

**EFEKTIVITAS ISOLAT BAKTERI ENDOFIT DALAM
MENINGKATKAN PERTUMBUHAN, HASIL
SERTA SERAPAN N DAN P TANAMAN BAWANG MERAH
(*Allium ascalonicum* L.) PADA TANAH ANDISOL**

Oleh :

SISKA THERESIA BR DALIMUNTHE



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
MALANG
2018**

EFEKTIVITAS ISOLAT BAKTERI ENDOFIT DALAM MENINGKATKAN
PERTUMBUHAN, HASIL SERTA SERAPAN N DAN P TANAMAN
BAWANG MERAH (*Allium ascalonicum* L.) PADA TANAH ANDISOL

Oleh

SISKA THERESIA BR DALIMUNTHE

145040200111147

Program Studi Agroekoteknologi
Minat Manajemen Sumberdaya Lahan

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh Gelar Sarjana
Pertanian Strata Satu (S-1)

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS PERTANIAN

JURUSAN TANAH

MALANG

2018

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri, dengan bimbingan komisi pembimbing. Skripsi ini tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar diperguruan tinggi manapun dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah di tulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali dengan jelas ditunjukkan rujukannya dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Malang, Agustus 2018

Siska Theresia Br Dalimunthe



LEMBAR PERSETUJUAN

Judul : Efektivitas Isolat Bakteri Endofit dalam Meningkatkan Pertumbuhan, Hasil serta Serapan N dan P Tanaman Bawang Merah (*Allium Ascalonicum* L.) pada Tanah Andisol

Nama : Siska Theresia Br Dalimunthe

NIM : 145040200111147

Program Studi : Agroekoteknologi

Jurusan : Tanah

Laboratorium : Biologi Tanah

Disetujui

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping II,

Dr. Ir. Yulia Nuraini, MS
NIP. 19611109 198503 2 001

Dr. Ir. Ratih Dewi Hastuti, M.Sc
NIP. 19661002 199203 2 002

Diketahui

Ketua Jurusan Tanah,

Prof. Dr. Ir. Zaenal Kusuma, SU
NIP. 19540501 198103 1 006

Tanggal Persetujuan :

LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan

MAJELIS PENGUJI

Penguji I,

Penguji II,

Prof. Dr. Ir. Zaenal Kusuma, SU
NIP. 19540501 198103 1 006

Dr. Ir. Yulia Nuraini, MS
NIP. 19611109 198503 2 001

Penguji III,

Penguji IV,

Dr. Ir. Ratih Dewi Hastuti, M.Sc
NIP. 19661002 199203 2 002

Dr. Ir. Retno Suntari, MS.
NIP. 19580503 198303 2 002

Tanggal Lulus :

RINGKASAN

SISKA THERESIA BR DALIMUNTHER. 145040200111147. Efektivitas Isolat Bakteri Endofit dalam Meningkatkan Pertumbuhan, Hasil serta Serapan N dan P Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) pada Tanah Andisol. Yulia Nuraini sebagai pembimbing utama dan Ratih Dewi Hastuti sebagai pembimbing kedua.

Produktivitas bawang merah yang menurun pada tahun 2016 (Kementan, 2017) serta kebutuhan yang terus meningkat, menyebabkan perlu dilakukan intensifikasi terutama di daerah yang memiliki potensi sebagai penghasil bawang merah, seperti provinsi Jawa Barat. Daerah Jawa Barat didominasi dengan jenis tanah Andisol (BBSDLP, 2017). Intensifikasi dengan pemupukan kimia tidak ramah lingkungan sehingga perlu digunakan teknologi alternatif non kimiawi seperti bakteri endofit. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan pupuk anorganik berbagai taraf dosis dan inokulasi isolat bakteri endofit terhadap pertumbuhan, hasil serta serapan N dan P tanaman bawang merah pada tanah Andisol.

Penelitian dilaksanakan pada November 2017 hingga Februari 2018 di Balai Penelitian Tanah, Bogor. Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap Faktorial (RALF) yang terdiri dari dua faktor. Faktor pertama adalah pupuk anorganik berbagai taraf dosis: (P1) Dosis Pupuk Anorganik 25%; (P2) Dosis Pupuk Anorganik 75% dan (P3) Dosis Pupuk Anorganik 100%. Sedangkan faktor kedua adalah penginokulasian isolat bakteri endofit: (I0): Tanpa Isolat (Kontrol); (I1): Isolat 5D.3.3; (I2): Isolat II.5D.2.1; (I3): Isolat II.2D.E.2; (I4): Isolat II.3D.1.5; (I5): Isolat S.2D.3.1. Parameter yang diamati pada penelitian ini meliputi tinggi, jumlah daun, jumlah anakan, jumlah umbi, bobot basah umbi, bobot kering umbi eskip, bobot basah dan kering tanaman serta serapan N dan P tanaman. Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan analisis ragam (uji F) pada taraf 5%. Apabila terdapat berpengaruh nyata, maka dilanjutkan dengan uji DMRT dengan taraf 5%. Keterkaitan antar peubah diuji dengan korelasi dan regresi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa isolat bakteri endofit efektif dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman bawang merah yang ditunjukkan dengan efektivitas sebesar 8,72% terhadap rerata tinggi tanaman, begitupun pada hasil tanaman yang ditunjukkan dengan efektivitas sebesar 26,25% pada rerata bobot basah umbi serta efektif dalam meningkatkan serapan N dan P tanaman masing-masing 20,35% dan 15,38%. Hasil analisis sidik ragam juga menunjukkan adanya interaksi yang nyata antara perlakuan isolat bakteri endofit dengan perlakuan pupuk anorganik berbagai taraf dosis terhadap rerata jumlah daun tanaman pada 28 HST, bobot basah umbi, bobot kering umbi eskip, bobot basah tanaman, bobot kering tanaman serta serapan N dan P tanaman bawang merah. Adapun Kombinasi perlakuan isolat bakteri endofit dengan dosis pupuk yang lebih rendah menunjukkan hasil lebih baik dibandingkan dengan tanaman yang diinokulasi bakteri endofit dengan dosis pupuk yang lebih tinggi. Perlakuan I1P1 (Isolat 5D.3.3 + Dosis Pupuk Anorganik 25%) dan perlakuan I3P1 (Isolat II.2D.E.2 + Dosis Pupuk Anorganik 25%) adalah perlakuan yang paling efektif dalam meningkatkan pertumbuhan, hasil serta serapan N dan P tanaman bawang merah.

SUMMARY

SISKA THERESIA BR DALIMUNTHER.145040200111147. The Effectiveness of Endophytic Bacteria Isolates in Increasing Plant Growth, Yield and Uptake of N and P of Shallot Plant (*Allium ascalonicum* L.) on Andisol. Supervised by Yulia Nuraini as the primary supervisor and Ratih Dewi Hastuti as a second supervisor.

As the productivity of shallot decreased in 2016 (Ministry of Agriculture, 2017) and the consumption of shallot that continues to increasingly nowadays, so intensification needs to be carried out, especially in areas that have the potential to gain the productivity of shallots plants, such as in the province of West Java. West Java is dominated by Andisols soil type (BBSLDP, 2017). Intensification with chemical fertilization is not environmentally friendly so it is necessary to use non-chemical alternative technology such as endophytic bacteria. This study aims to determine the effect of inorganic fertilizer addition of various dosage levels and inoculation of endophytic bacteria isolates to promote plant growth, yield and N and P uptake of Shallot plants on Andisols.

Research was conducted in November 2017 until February 2018 at Balittanah, Bogor. This research used factorial randomized block design with two factors. The first factor is inorganic fertilizer at various dosage levels: (P1) 25% Recommended Fertilizer Dose; (P2) 75% Recommended Fertilizer Dose and (P3) 100% Recommended Fertilizer Dose. The second factor is the endophytic bacterial isolates: (I0): Without Isolate (Control); (I1): Isolate 5D.3.3; (I2): Isolate II.5D.2.1; (I3): Isolate II.2D.E.2; (I4): Isolate II.3D.1.5; (I5): Isolate S.2D.3.1. The number of treatment combinations was 18 with 3 replications resulting in 54 experimental units. The parameters observed in this study includes plants height, number of leaf, number of tillers, number of bulb, wet and dry weight of bulb, wet weight and dry plant and N and P uptake of Shallot plant. The data obtained were analyzed by using variance analysis (F test) at 5% level. If there is a significant differences, then continued with DMRT with the level of 5%. Interrelations between variables were tested by correlation and regression.

The results showed that endophytic bacteria isolates were effective in promoting the plant growth of shallot plants as indicated by the effectiveness in amount of 8,72% on the average of plant height, as well as the yield of plants which was shown 26,25% effectiveness in the average of wet weight of bulbs and effective in increasing N and P uptake of plants were 20.35% and 15.38% respectively. The results of the analysis of variance also showed a real interaction between endophytic bacteria isolate treatments with inorganic fertilizer treatments of various dosage levels on the average number of leaves of plants at 28 Days After Planting (DAP), wet and dry weight of bulbs, wet and dry weight of plants and also on N and P uptake of shallot plant. The combination of treatment with endophytic bacteria isolates with lower fertilizer doses showed better results compared to plants treatments with endophytic bacteria with higher fertilizer dosages. The I1P1 treatment (Isolate 5D.3.3 + Inorganic Fertilizer Dosage 25%) and I3P1 treatment (Isolate II.2D.E.2 + Inorganic Fertilizer Dosage 25%) is the most effective treatments in increasing plant growth, yield and N and P uptake of shallot plants.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis sampaikan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi saya yang berjudul “Efektivitas Isolat Bakteri Endofit dalam Meningkatkan Pertumbuhan, Hasil serta Serapan N dan P Tanaman Bawang Merah (*Allium Ascalonicum* L.) pada Tanah Andisol”.

Terselesaikannya skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Zaenal Kusuma, SU selaku Ketua Jurusan Tanah FP UB yang telah memberikan izin untuk melaksanakan kegiatan penelitian ini.
2. Kepala Balai Penelitian Tanah, Dr. Husnain MP., M.Sc, yang telah memberikan izin kepada penulis untuk melaksanakan penelitian di Balittanah, Bogor..
3. Ibu Dr. Ir. Yulia Nuraini, MS. selaku pembimbing utama dan Ibu Dr. Ir. Ratih Dewi Hastuti, M.Sc selaku pembimbing kedua yang selalu sabar dalam memberikan bimbingan, arahan serta pembelajaran kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Keluargaku yang kukasihi, Papa (Drs. Rantho H. Dalimunthe), Mama (Alm. Elinse B. Napitupulu), Ibu (Hastuti Pakpahan) dan Abang (Andreas Fedrick Dalimunthe) serta seluruh keluarga besar yang selalu memberikan doa dan semangat selama penyusunan skripsi ini.
5. Sahabat-sahabatku Riyanti, Ivone, Jean, Mira, Lusi, Elsa, Kristi, Gitta, Chandra dan Boy yang selalu memberikan kata-kata penyemangat kepada penulis.
6. Teman-teman Seperjuangan di Balai Penelitian Tanah, Bogor, Vira, Intan, Sarah, Laudy, Mba Hilda, Mba Ella dan Mas Dedy yang sudah membantu dan menemani selama menjalani kegiatan penelitian di Laboratorium Biologi Tanah, Balittanah, Bogor.
7. Rekan-rekan pengurus *Christian Community* FP UB periode 2016-2017 yang selalu memberikan motivasi kepada penulis.

8. *My Solid Team* Pengurus Himpunan Mahasiswa Ilmu Tanah (HMIT) FP UB periode 2017-2018 serta seluruh teman-teman MSDL lainnya yang sudah selalu *mensupport* saya selama ini.
9. Serta semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang turut membantu dan memberikan semangat dalam penyusunan skripsi ini.

Penyusunan skripsi yang saya tulis ini, masih memiliki banyak kekurangan dan keterbatasan, sehingga kritik serta saran tentu sangat membantu sebagai bahan perbaikan dan evaluasi kedepannya. Semoga skripsi yang saya tulis ini dapat bermanfaat bagi pihak-pihak yang membutuhkan.

Malang, Agustus 2018

Penulis



RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di kota Rantauprapat, Kab. Labuhanbatu, Sumatera Utara pada tanggal 29 April 1996 sebagai anak perempuan dari dua orang bersaudara dari Bapak Rantho H. Dalimunthe dan Alm. Ibu Elinse Berliana Napitupulu.

Penulis menempuh pendidikan sekolah dasar di SDN 112141 Kec. Rantau Utara, Kab. Labuhanbatu, pada Tahun 2002 sampai tahun 2008, kemudian penulis melanjutkan ke SMPN 2 Kec. Rantau Utara, Kab. Labuhanbatu, pada tahun 2008 dan selesai pada tahun 2011. Pada Tahun 2011 sampai tahun 2014 penulis menimba ilmu di SMAN 2 Kec. Rantau Utara, Kab. Labuhanbatu. Pada Tahun 2014, penulis terdaftar sebagai mahasiswi Strata-1 Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya Malang, Jawa Timur, melalui jalur penerimaan SBMPTN (Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri), kemudian pada semester V penulis mengambil peminatan manajemen sumberdaya lingkungan dengan konsentrasi pada laboratorium biologi tanah di Jurusan Tanah FP UB.

Selama menjadi mahasiswi penulis pernah menjadi asisten praktikum mata kuliah Dasar Perlindungan Tanaman (DPT) pada tahun 2015, Statistika pada tahun 2016 serta pada mata kuliah Genetika Tanaman pada tahun 2016. Penulis pernah melaksanakan kegiatan magang kerja di Balai Penelitian Tanah, Bogor pada bulan Juni hingga Agustus 2017. Penulis pernah aktif menjadi pengurus dalam organisasi UKMK *Christian Community* periode 2015-2016 sebagai Koordinator Bidang 5 (Humas dan Buletin) serta menjadi pengurus Himpunan Mahasiswa Ilmu Tanah (HMIT) periode 2017-2018 sebagai anggota Departemen 2 (Humas). Penulis juga pernah ikut berperan aktif didalam kepanitiaan Retreat *Christian Community* tahun 2015 sebagai koordinator divisi PDD, kepanitiaan POSTER (Pekan Orientasi Mahasiswa Terpadu) pada tahun 2015 sebagai pendamping, kepanitiaan Natal *Christian Community* tahun 2016 sebagai *steering commitee*, kepanitiaan SLASH 2017 sebagai anggota divisi Humdan, kepanitiaan Konsoildasi 2017 sebagai *steering commitee*, kepanitiaan Gatraksi 2017 sebagai anggota divisi Humdan serta Kepanitiaan Gatraksi 2018 sebagai anggota divisi PDD.

DAFTAR ISI

Halaman

RINGKASAN	i
SUMMARY	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
RIWAYAT HIDUP	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
1. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Hipotesis	4
1.5. Manfaat Penelitian	4
1.6. Alur Pikir	5
2. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Bawang Merah	6
2.2. Syarat Tumbuh Bawang Merah	7
2.3. Tanah Andisol.....	8
2.4. Bakteri Endofit.....	10
2.5. Manfaat Bakteri Endofit	10
2.6. Mekanisme Perkembangan Bakteri Endofit dalam Jaringan Tanaman	13
2.7. Karakteristik Sumber Isolat yang Digunakan	14
3. METODE PENELITIAN	16
3.1. Tempat dan Waktu Pelaksanaan Penelitian	16
3.2. Alat dan Bahan.....	16
3.3. Metode Penelitian	16
3.4. Pelaksanaan Penelitian.....	18
3.5. Analisis Data.....	22
4. HASIL DAN PEMBAHASAN	23
4.1.1 Hasil	23
4.2. Pengaruh Pemberian Pupuk Anorganik Berbagai Taraf Dosis dan Isolat Bakteri Endofit terhadap Pertumbuhan Tanaman Bawang Merah	25
4.1.3 Tinggi Tanaman.....	25
4.1.4 Jumlah Daun.....	27
4.3. Pengaruh Pupuk Anorganik berbagai Taraf Dosis dan Isolat Bakteri Endofit terhadap Pertumbuhan Tanaman Bawang Merah	29
4.3.1. Bobot Basah Umbi	29
4.3.2. Bobot Umbi Kering Eskip	31
4.3.3. Bobot Basah Tanaman.....	32
4.3.4. Bobot Kering Tanaman	33
4.3.5. Jumlah Umbi	34
4.4. Pengaruh Perlakuan terhadap Serapan N dan P Tanaman	36
4.4.1. Serapan N	36
4.4.2. Serapan P	37



4.5. Pembahasan Umum	39
5. KESIMPULAN DAN SARAN	44
5.1. Kesimpulan	44
5.2. Saran	44
DAFTAR PUSTAKA	45
LAMPIRAN.....	50



DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1	Hasil Karakterisasi Isolat yang di gunakan dalam Penelitian.....	15
2	Perlakuan yang digunakan dalam Penelitian	17
3	Dosis Pupuk Anorganik yang di berikan Per Tanaman berdasarkan Rekomendasi Firmansyah <i>et al.</i> 2015	20
4	Parameter Pengamatan	21
5	Hasil Analisis Tanah Awal	23
6	Rerata Tinggi Tanaman Bawang Merah Akibat Perlakuan Pupuk Anorganik berbagai Taraf Dosis dan Isolat Bakteri Endofit	25
7	Interaksi antara Perlakuan Pupuk Anorganik berbagai Taraf Dosis dengan Isolat Bakteri Endofit terhadap Jumlah Daun pada 28 HST	28
8	Interaksi antara Perlakuan Pupuk Anorganik Berbagai Taraf Dosis dengan Isolat Bakteri Endofit terhadap Bobot Basah Umbi.....	30
9	Interaksi antara Perlakuan Pupuk Anorganik Berbagai Taraf Dosis dengan Isolat Bakteri Endofit terhadap Bobot Umbi kering Eskip	31
10	Interaksi antara Perlakuan Pupuk Anorganik Berbagai Taraf Dosis dengan Isolat Bakteri Endofit terhadap Bobot Basah Tanaman.....	32
11	Interaksi antara Perlakuan Pupuk Anorganik Berbagai Taraf Dosis dengan Isolat Bakteri Endofit terhadap Bobot Kering Tanaman	34
12	Rerata Jumlah Umbi Akibat Perlakuan Pupuk Anorganik berbagai Taraf Dosis dan Perlakuan Isolat Bakteri Endofit	35
13	Interaksi antara Perlakuan Pupuk Anorganik Berbagai Taraf Dosis dengan Isolat Bakteri Endofit terhadap Serapan N Tanaman.....	36
14	Interaksi antara Perlakuan Pupuk Anorganik Berbagai Taraf Dosis dengan Isolat Bakteri Endofit terhadap Serapan P Tanaman	38
15	Tabulasi Efektivitas Perlakuan Pupuk Anorganik Berbagai Taraf Dosis dan Perlakuan Isolat Bakteri Endofit.....	40

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1	Alur Pikir.....	5
2	Isolat yang Digunakan dalam Penelitian	14
3	Pengaruh Pupuk Anorganik dan Isolat Bakteri Endofit terhadap Laju Tinggi Tanaman Bawang Merah pada 14-70 HST	27



DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Teks	Halaman
1	Perhitungan Pupuk yang Digunakan dalam Penelitian.....	50
2	Deskripsi Bawang Merah Varietas Bima Brebes	51
3	Denah Percobaan di Rumah Kaca	52
4	Peta Lokasi Pengambilan Sampel Tanah Andisol di Desa Cinisti, Kab. Garut, Jawa Barat.....	53
5	Analisis Ragam (Anova) Tinggi Tanaman	54
6	Analisis Ragam (Anova) Jumlah Daun	56
7	Analisis Ragam (Anova) Bobot Basah Umbi.....	58
8	Analisis Ragam (Anova) Bobot Umbi kering Eskip	58
9	Analisis Ragam (Anova) Bobot Basah Tanaman	58
10	Analisis Ragam (Anova) Bobot Kering Tanaman.....	58
11	Analisis Ragam (Anova) Jumlah Umbi.....	59
12	Analisis Ragam (Anova) Serapan N Tanaman.....	59
13	Analisis Ragam (Anova) Serapan P Tanaman	59
14	Matriks Korelasi dan Regresi antar Parameter	60
15	Dokumentasi Tanaman Bawang Merah Umur 69 HST.....	61
16	Hasil Panen Tanaman Bawang Merah Umur 70 HST.....	62
17	Dokumentasi Kegiatan yang di lakukan dalam Penelitian	63

Skripsi Ini Kupersembahkan Kepada:

Tuhan Yesus Kristus

Yang selalu menyertai setiap langkah dan selalu memberikan kekuatan, hikmat serta kebijaksanaan kepadaku dalam menghadapi segala rintangan di tanah perantauan

Kepada orang tuaku terkasih, Papa, Alm. Mama dan Ibu yang telah berkorban banyak hal buatku dan selalu menyelimuti ku dengan doa dan limpahan kasih sayang serta tak henti menyebut namaku di dalam setiap doa dan harapannya, Pengorbananmu tak bisa terbalaskan dengan apapun. Terucapkan kata maaf dan terimakasih yang paling dalam, semoga putrimu ini kelak dapat membahagiakan kalian. Tak lupa terimakasih untuk Abangku tersayang yang selalu memberi dukungan dan menyemangatiku sehingga aku bisa menyelesaikan karya sederhana ini tepat waktu.

“Aku telah mengakhiri pertandingan yang baik, aku telah mencapai garis akhir dan aku telah memelihara iman”

(II Timotius 4:7)

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Salah satu agenda prioritas kabinet kerja “NAWACITA” pada periode 2015-2019 adalah mengarahkan pencapaian swasembada padi, jagung, kedelai, cabai dan bawang merah serta peningkatan produksi gula dan daging. Bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) merupakan tanaman yang digunakan sebagai bumbu masakan di hampir seluruh wilayah Indonesia. Sehingga tidak heran hal tersebut menjadikan bawang merah sebagai tanaman hortikultura dengan kontribusi terbesar ketiga terhadap produksi sayuran nasional (Kementan, 2015). Menurut Kementerian Pertanian (2017), produktivitas bawang merah pada tahun 2016 mengalami sebesar 3,93% dari tahun 2015, sementara luas panen bawang merah di Indonesia pada tahun 2016 meningkat yaitu sebesar 149.635 ha dari tahun 2015 yang hanya sebesar 122.126 ha.

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan produksi nasional bawang merah adalah dengan melakukan intensifikasi. Intensifikasi dapat difokuskan khususnya di daerah-daerah yang memiliki potensi sebagai penghasil bawang merah. Berdasarkan hasil statistik produksi hortikultura yang dilakukan oleh Kementan (2015), sentra produksi terbesar bawang merah di Indonesia terdapat di pulau Jawa yaitu 77,53 persen dari total produksi bawang merah nasional. Namun, dari hasil statistik tersebut juga diketahui bahwa di pulau Jawa itu sendiri, provinsi yang paling rendah hasil produksi bawang merahnya adalah provinsi Jawa Barat yakni hanya 10,54 persen dari total produksi bawang merah nasional. Hasil ini jauh lebih rendah bila dibandingkan dengan provinsi lainnya di pulau Jawa. Oleh karena itu, perlu adanya penerapan teknologi budidaya yang tepat agar dapat meningkatkan pertumbuhan hasil bawang merah di provinsi Jawa Barat.

Upaya peningkatan hasil bawang merah di daerah Jawa Barat ternyata dibatasi dengan keadaan daerah Jawa Barat yang didominasi dengan jenis tanah Inseptisol dan Andisol (BBSDLP, 2017). Andisol merupakan tanah yang sangat penting, tetapi juga merupakan tanah yang bermasalah akibat rendahnya

produktivitas tanah yang disebabkan oleh sifat-sifat kimia yang khas seperti retensi P yang tinggi, pencucian unsur hara dan kandungan hara N dan K yang rendah.

Untuk mempertahankan dan meningkatkan produktivitas tanah Andisol dapat dilakukan dengan upaya pemupukan. Namun kenyataannya, penggunaan bahan-bahan kimia tersebut disadari maupun tidak dapat berdampak negatif pada lingkungan. Selain itu, pemberian P dalam bentuk pupuk kimia dengan jumlah besar dapat menyebabkan semakin mempercepat transformasi P ke bentuk yang tidak larut. Oleh karena itu, diperlukan upaya penerapan teknologi alternatif non kimiawi yang sesuai untuk meningkatkan hasil produksi bawang merah dengan tanpa menimbulkan dampak yang merusak lingkungan serta dapat lebih efisien penggunaannya. Salah satu teknologi alternatif non kimiawi yang dapat digunakan adalah dengan pemanfaatan bakteri endofit.

Bakteri endofit merupakan mikroorganisme menguntungkan yang berinteraksi dengan tumbuhan tanpa menyebabkan gangguan atau kerusakan pada tubuh inangnya (Desriani, *et al.*, 2014). Hallmann dan Berg (2006), menyebutkan bahwa bakteri endofit memiliki beberapa keunggulan yaitu memiliki kemampuan dalam meningkatkan unsur hara yang tersedia bagi tanaman dan sebagai penghasil fitohormon (hormon IAA, hormon giberelin dan hormon sitokinin).

Wandita (2017), telah melakukan penelitian mengenai isolasi dan karakterisasi bakteri endofit dari tanaman bawang merah yang berasal dari daerah Garut, Jawa Barat. Berdasarkan hasil penelitian tersebut diketahui terdapat beberapa isolat potensial yang memiliki kemampuan dalam memproduksi fitohormon IAA, menambat nitrogen, melarutkan fosfat dan kalium serta menghasilkan gas asam sianida (HCN).

Dari uraian di atas maka perlu dilakukan penelitian mengenai efektivitas bakteri endofit yang diisolasi dari beberapa jaringan tanaman bawang merah dalam meningkatkan serapan unsur hara N dan P serta pertumbuhan dan hasil tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) pada tanah Andisol dalam kondisi terkontrol dengan tujuan untuk mendapatkan bakteri endofit yang efektif sebagai pupuk hayati. Adapun isolat-isolat bakteri endofit yang digunakan pada penelitian

ini merupakan isolat-isolat terpilih pada hasil kegiatan karakterisasi yang telah dilakukan pada penelitian Wandita (2017) sebelumnya.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan latar belakang yang telah dijelaskan diatas, maka permasalahan yang mendasari penelitian ini adalah:

1. Apakah isolat bakteri endofit efektif dalam meningkatkan pertumbuhan, hasil serta serapan N dan P tanaman bawang merah pada tanah Andisol?
2. Apakah terdapat pengaruh antara isolat bakteri endofit dan pemberian pupuk anorganik berbagai dosis terhadap pertumbuhan, hasil dan serapan hara N dan P tanaman bawang merah pada tanah Andisol?
3. Apakah kombinasi isolat bakteri endofit dengan dosis pupuk anorganik yang lebih rendah menunjukkan pertumbuhan, hasil serta serapan N dan P tanaman yang sama atau lebih baik dibanding dengan perlakuan bakteri endofit dengan dosis pupuk yang lebih tinggi?

1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan sebagai berikut:

1. Mengetahui efektivitas isolat bakteri endofit dalam meningkatkan pertumbuhan, hasil serta serapan N dan P tanaman bawang merah pada tanah Andisol.
2. Mengetahui bagaimana interaksi antara isolat bakteri endofit yang dikombinasikan dengan perlakuan pupuk anorganik berbagai taraf dosis terhadap pertumbuhan, hasil serta serapan hara N dan P tanaman bawang merah.
3. Mengetahui bagaimana pengaruh perlakuan isolat bakteri endofit pada dosis pupuk yang lebih rendah dibanding perlakuan dengan dosis pupuk 100% rekomendasi terhadap pertumbuhan, hasil serta serapan N dan P tanaman bawang merah.

1.4. Hipotesis

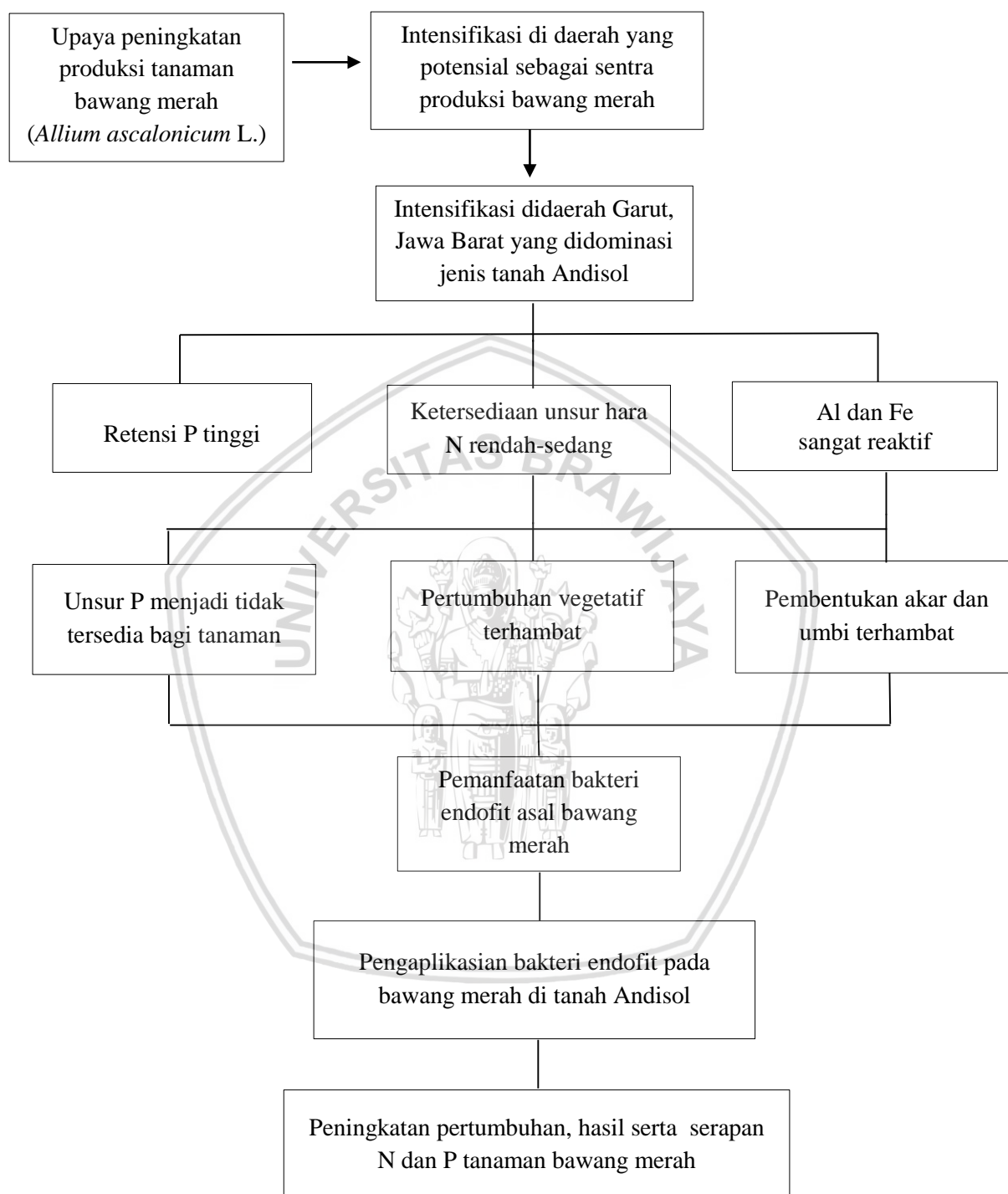
Adapun yang menjadi hipotesis dalam penelitian ini adalah:

1. Penginokulasian bakteri endofit efektif dalam meningkatkan pertumbuhan, hasil serta serapan N dan P tanaman bawang merah.
2. Terdapat interaksi antara perlakuan isolat bakteri endofit dengan pupuk anorganik berbagai taraf dosis terhadap pertumbuhan, hasil serta serapan N dan P tanaman bawang merah.
3. Tanaman yang diinokulasi bakteri endofit dengan dosis pupuk anorganik lebih rendah dapat menunjukkan pertumbuhan, hasil serta serapan N dan P yang sama atau lebih baik dibanding perlakuan dengan dosis pupuk yang lebih tinggi.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah dapat dijadikan informasi mengenai pemanfaatan isolat bakteri endofit asal bawang merah yang efektif dalam meningkatkan pertumbuhan, hasil dan serapan hara tanaman bawang merah sehingga kedepannya dapat dimanfaatkan dan diaplikasikan ke tanah sebagai *plant growth promoting bacteria* (PGPB) yang dapat memacu pertumbuhan tanaman dan dapat meminimalisir penggunaan pupuk kimia.

1.6. Alur Pikir



Gambar 1. Alur Pikir

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Bawang Merah

Menurut Tjitrosoepomo (2010), tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum*) dalam tata nama atau sistematika tumbuh-tumbuhan dimasukkan dalam klasifikasi Kingdom: Plantae, Divisi: Spermatophyta, Subdivisi: Angiospermae, Kelas: Monocotyledonae; Ordo: Liliaceae; Famili: Liliales; Genus: *Allium*; Species: *Allium ascalonicum* L.

Bawang merah merupakan tanaman semusim berbentuk rumput yang tumbuh tegak dengan tinggi dapat mencapai 15 – 50 cm dan membentuk rumpun. Akarnya berbentuk akar serabut yang tidak panjang, karena sifat perakaran inilah bawang merah tidak tahan kering. Bentuk daun tanaman bawang merah seperti pipa, yakni bulat kecil memanjang antara 50 – 70 cm, berlubang, bagian ujungnya meruncing, berwarna hijau muda sampai hijau tua, dan letak daun melekat pada tangkai yang ukurannya relatif pendek (Rukmana, 1995).

Pada dasarnya bawang merah dapat membentuk bunga tetapi biasanya sulit menghasilkan biji. Meskipun demikian, tidak semua bawang merah dapat menghasilkan bunga terutama jika kondisi lingkungan tidak memungkinkan untuk pembentukan bunga. Bunga bawang merah merupakan bunga majemuk berbentuk tandan yang bertangkai dengan 50 – 200 kuntum bunga. Pada ujung dan pangkal tangkai mengecil dan dibagian tengah menggembung, bentuknya seperti pipa yang berkubang di dalamnya. Tangkai tandan bunga ini sangat panjang mencapai 30 – 50 cm. Kuntumnya bertangkai tetapi pendek antara 0,2 – 0,6 cm (Wibowo, 2007). Tajuk dan umbi bawang merah serupa dengan bawang bombay, tetapi ukurannya kecil. Perbedaan yang lainnya adalah umbinya yang berbentuk seperti buah jambu air, berkulit coklat kemerahan, berkembang secara berkelompok dipangkal tanaman. kelompok ini dapat terdiri dari beberapa hingga 15 umbi (Yamaguchi dan Rubatzky (1998) dalam Priyantono *et al.* (2016).

Tanaman bawang merah memiliki 2 fase tumbuh, yaitu fase vegetatif dan fase generatif. Tanaman bawang merah mulai memasuki fase vegetatif setelah berumur 11 – 35 hari setelah tanam (HST) dan fase generatif terjadi pada saat tanaman

berumur 36 HST. Pada fase generatif, fase pembentukan umbi terjadi pada umur 36 – 50 HST dan fase pematangan umbi 51 – 56 HST (Wibowo, 2007).

2.2. Syarat Tumbuh Bawang Merah

a. Iklim

Pada umumnya tanaman bawang merah tidak tahan terhadap curah hujan yang tinggi, daerah berkabut dan berangin kencang, tetapi lebih cocok terhadap tiupan angin yang tidak begitu kencang. Bawang merah dapat tumbuh dengan baik di dataran rendah maupun dataran tinggi dengan rata-rata intensitas curah hujan 300-2500 mm thn^{-1} . Pada musim hujan atau daerah yang berkabut tanaman bawang merah akan mudah terserang oleh penyakit. Bawang merah tumbuh lebih optimum di daerah beriklim kering yaitu tipe iklim D3/E3 yaitu antara (0-5) bulan basah dan (4-6) bulan kering dan dikemukakan pula bahwa di Indonesia bawang merah masih dapat tumbuh dan berumbi di tempat dengan ketinggian hingga 800 – 1000 m dpl (Direktorat Jenderal Hortikultura, 2014).

Bawang merah akan membentuk umbi lebih besar bilamana ditanam di daerah yang mempunyai panjang hari lebih dari 12 jam. Kebutuhan sinar matahari untuk pertumbuhan bawang merah 100%, artinya tanaman tidak ternaungi. Suhu ideal untuk pertumbuhan tanaman bawang merah adalah sekitar 25 – 32°C. Penanaman bawang merah sebaiknya ditanam pada suhu agak panas dan pada suhu yang rendah memang kurang baik. Pada suhu 23°C memang masih mudah untuk membentuk umbi, tetapi hasilnya tidak sebaik jika ditanam di dataran rendah yang bersuhu panas. Di bawah 23°C bawang merah sulit untuk berumbi atau bahkan tidak dapat membentuk umbi (Pracaya, 2002). Sebaiknya bawang merah ditanam di dataran rendah yang bersuhu antara 25 – 32°C dengan iklim kering dan yang paling baik jika suhu rata-rata tahunnya adalah 30 °C (Wibowo, 2007).

b. Tanah

Menurut Wibowo (2007), jenis tanah yang paling baik untuk ditanami adalah tanah lempung yang berpasir atau berdebu karena sifat tanah yang demikian ini mempunyai aerasi yang bagus dan drainasenya pun baik. Tanah yang demikian ini mempunyai perbandingan yang seimbang antara fraksi liat, pasir, dan debu. Tanah yang subur, gembur, banyak mengandung bahan organik atau humus sangat baik

untuk bawang merah dan akan mendorong perkembangan umbi sehingga hasilnya besar-besar.

Tanaman bawang merah dapat tumbuh dengan baik pada tanah yang mempunyai keasaman sedikit agak asam sampai normal, yaitu pH antara 6,0 – 6,8. Pada tanah yang terlalu masam (pH di bawah 5,5) Aluminium yang terlarut dalam tanah akan bersifat racun sehingga tanaman menjadi kerdil. Pada tanah yang terlalu basa (pH di atas 7), mangan tidak dapat diserap oleh tanaman, akibatnya umbinya menjadi kecil dan hasilnya rendah. Tanah yang paling cocok untuk tanaman bawang merah adalah tanah Alluvial atau kombinasinya dengan tanah Glei-Humus atau tanah Latosol yang cukup lembab dan air tidak menggenang (Sumiati, 2004).

2.3. Tanah Andisol

Andisol merupakan tanah yang terbentuk dari bahan vulkanik yang berasal dari wilayah dan aktivitas vulkanik. Tanah ini banyak ditemukan didaerah sekitar lereng gunung berapi dan dicirikan dengan warnanya yang hitam gelap dan sangat porous. Abu vulkan yang berasal dari gunung api di Indonesia umumnya bersifat andesit sampai basalt. Debu vulkanik banyak mengandung Al dan Fe. Khelasi antara asam humik dengan Al dan Fe tersebut, membentuk khelat logam-humik yang dapat berpengaruh terhadap dekomposisi mikrobiologis (Tan, 1998 dalam Chairunnisa *et al.*, 2013).

Indonesia memiliki penyebaran Andisol yang cukup luas, yaitu sekitar 5 juta ha atau sekitar 2,9% dari luas daratan Indonesia. Tanah ini tersebar di Sumatera 2,6 juta ha, Jawa 1,7 juta ha, Nusa Tenggara 0,4 juta ha dan Papua 0,3 juta ha (Puslittanak, 2000). Andisol yang berada di pulau Jawa terdapat didaerah lereng pada ketinggian 700-2500 m dpl, dengan kondisi iklim agak dingin dan lebih basah daripada didataran rendah. Pada tempat yang tinggi, keadaan iklim kurang cocok untuk terjadinya kristalisasi mineral, oleh karena itu Andisol banyak di jumpai alofan dan bahan-bahan amorf. Tanah Andisol memiliki curah hujan tahunan bervariasi yaitu mulai dari 2000-7000 mm, sedangkan temperatur tahunan nya berkisar antara 18°C – 22°C. Andisol memiliki kandungan bahan organik yang tinggi, bobot isi rendah, daya menahan air tinggi, porositas total tinggi, konsistensi gembur, kurang plastis dan tidak lengket. Bila basah, tanah ini bersifat berminyak

(greasy) dan terasa seperti semir (smeary). Secara umum tanah Andisol memiliki tekstur tanah antara lempung dan lempung berdebu (Munir, 1996).

Tanah Andisol adalah tanah yang memiliki bahan andik dengan ketebalan sebesar 60% atau lebih (Soil Survey Staff, 2014). Jenis tanah Andisol ini mempunyai sifat kandungan bahan organik kurang dari 25% , kandungan bahan amorf seperti alofan dan senyawa kompleks Al-humus yang tinggi, kondisi yang demikian ini menyebabkan jerapan terhadap P tinggi sehingga menjadi tidak tersedia bagi tanaman, akibatnya tanaman tidak dapat tumbuh dengan baik (Haryanto *et al.*, 2012). Unsur hara Fosfor (P) yang dijerap oleh Al maupun Fe pada Andisol menjadi tidak tersedia bagi tanaman, sehingga dapat menghambat pertumbuhan. Hal ini sejalan dengan pernyataan Elsheikh *et al.* (2009) yang menyatakan bahwa tanah Andisol mengandung > 50% alofan yang berdaya jerap tinggi terhadap fosfat yaitu berkisar 300 - 2,500 mg P kg⁻¹ tanah (Fiantis *et al.*, 2005). Pemberian pupuk P yang tinggi pada Andisol tidak menjamin ketersediaan P yang tinggi pula bagi tanaman, karena efisiensinya yang rendah yaitu 10-20% (Hawkes *et al.*, 2007). Kondisi unsur P yang menjadi faktor pembatas produktifitas Andisol ini masih dapat ditingkatkan, melalui peningkatan pelolaan tanah seperti penggunaan amelioran tanah menggunakan pupuk kandang dan tindakan pemupukan menggunakan superpospat 18 (SP 18) sebagai inovasi baru dari SP36, sebagai sumber P₂O₅ bagi tanaman.

Sifat-sifat kimia Andisol di antaranya adalah jika alofan dominan, pH tanah >5,0; pH tanah dalam NaF > 9,4 (didominasi bahan amorf). Kandungan C-organik tinggi yang menurun sesuai kedalaman tanah dan bahan organik dapat membentuk senyawa dengan mineral liat alofan (kandungan C-organik tinggi). Kandungan N dan K rendah sampai sedang, sedangkan P rendah. Retensi P tinggi > 85% (pengaruh Al dan Fe aktif), retensi yang rendah (pencucian Al dan Fe). Basa dapat tukar rendah. Nilai KTK berkisar 23.9 - 44.4 me 100 g⁻¹. Kandungan basa-basa dapat dipertukarkan Andisol di Indonesia umumnya rendah yaitu 0.3-5.99 me 100 g⁻¹ (Syarif, 1990 dalam BBSDLP, 2014).

2.4. Bakteri Endofit

Bakteri endofit adalah bakteri yang hidup di dalam jaringan tanaman pada periode tertentu dan mampu hidup dengan membentuk koloni dalam jaringan tanaman tanpa membahayakan inangnya. Tugas tanaman inang hanyalah menyediakan kebutuhan nutrisi bagi mikroba endofitnya. Kondisi tanaman inang, keadaan tanah, suhu dan kelembaban sangat berpengaruh terhadap jumlah dan jenis mikroba endofit. Keberadaan mikroba endofit pada tanaman membantu tanaman berkompetisi di alam (Kutschera, 2007).

Sekitar 300.000 spesies tumbuhan yang ada di bumi, masing-masing individu tumbuhan memiliki satu atau lebih jenis mikroba endofit (Strobel dan Daisy, 2003) dengan berbagai bentuk hubungan seperti simbiosis mutualistik, komensalistik dan parasitik (Aly *et al.*, 2011). Bakteri endofit dapat masuk ke dalam jaringan tanaman dengan melalui bermacam-macam cara, seperti melalui luka pada jaringan tanaman, stomata daun, maupun melalui pori-pori akar.

Beberapa bakteri endofit dapat berperan sebagai PGPB (*Plant Growth Promoting Bacteria*) yang dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman melalui mekanisme langsung dan tidak langsung. Produksi zat pengatur tumbuh dan peningkatan ketersediaan nutrisi oleh bakteri endofit secara langsung dapat memacu pertumbuhan tanaman. Secara tidak langsung, peningkatan pertumbuhan juga dapat disebabkan oleh peningkatan ketahanan tanaman terhadap patogen atau pengaruh pengendalian patogen oleh bakteri endofit melalui mekanisme kompetisi, induksi resistensi tanaman dan produksi antibiotik, enzim pelisis, atau siderofor (Glick, 2012).

2.5. Manfaat Bakteri Endofit

Bakteri endofit menimbulkan banyak pengaruh menguntungkan terhadap tanaman inangnya, antara lain dapat berperan sebagai pemacu pertumbuhan tanaman, mengurangi keparahan penyakit, mengimbas ketahanan tanaman, membantu penyerapan nitrogen dan meningkatkan penyerapan mineral bagi tanaman. Secara umum fungsi mikroba endofit dapat digolongkan menjadi empat, yaitu antara lain:

2.5.1. Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman

Menurut pernyataan Bashan dan de-Bashan (2005), bakteri endofit dapat berperan dalam meningkatkan pertumbuhan dengan perannya sebagai PGPB (*Plant Growth Promoting Bacteria*), yang dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman melalui dua mekanisme yang berbeda yaitu: (1) Secara langsung mempengaruhi metabolisme tanaman dengan memproduksi dan meningkatkan ketersediaan nutrisi yang dibutuhkan tanaman. Bakteri ini mampu memfiksasi N_2 , meningkatkan kelarutan fosfat dan ketersediaan zat besi, menghasilkan hormon pemacu tumbuh, seperti auksin, giberelin, sitokinin, etilen, dan asam absisik. Selain itu, bakteri endofit dapat meningkatkan toleransi tanaman terhadap stres, seperti kekeringan, salinitas tinggi, dan toksisitas logam. Satu atau lebih dari mekanisme ini berkontribusi untuk peningkatan pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Bakteri ini tidak meningkatkan kapasitas genetik tanaman, karena bahan genetik tidak ditransfer. (2) Secara tidak langsung, peningkatan pertumbuhan juga dapat disebabkan oleh peningkatan ketahanan tanaman terhadap patogen atau pengaruh pengendalian patogen oleh bakteri endofit melalui mekanisme kompetisi, induksi resistensi tanaman, dan produksi antibiotik, enzim pelisis, atau siderofor (Glick, 2012).

Mekanisme peningkatan pertumbuhan akibat interaksi bakteri endofit dengan tanaman diantaranya adalah kemampuan bakteri endofit dalam menghasilkan IAA. IAA berperan penting pada organogenesis, pemanjangan dan pembersaran sel, pertumbuhan akar, inisiasi akar lateral, inisiasi organ primordia tanaman serta mengubah ekspresi gen secara cepat, yang menyebabkan sel dalam daerah perpanjangan memproduksi protein baru sebagai penyusun dinding sel sehingga akan mempengaruhi perkembangan suatu tanaman (Campbell dan Reece, 2003).

2.5.2. Meningkatkan Ketersedian Unsur Hara tanaman dalam Tanah dan Mengurangi Kontaminan Pada Tanah

Bakteri endofit mampu mempertahankan dan meningkatkan kesuburan tanah melalui penyediaan P dan fiksasi N_2 . Bakteri pemfiksasi N_2 seperti *Azospirillum*, akan menyediakan N_2 bagi tanaman-tanaman non-legume sehingga menurunkan kebutuhan pupuk Nitrogen. Bakteri endofit juga membantu penyerapan nutrisi dengan cara seperti pelarutan fosfat dan mengikat besi (*iron chelation*) (Sturz *et al.*,

2000). Endofit juga dapat berperan sebagai penetral kontaminan tanah sehingga meningkatkan fitoremediasi dan agens pengendali hayati. Kemampuan tanaman bertahan hidup pada tanah-tanah yang terkontaminasi logam berat adalah berkat adanya endofit yang memiliki kemampuan mendegradasi, mengeliminasi, atau menggunakan logam-logam tersebut dalam sistem metabolismenya (Aly *et al.*, 2011).

2.5.3. Meningkatkan Sistem Pertahanan Tanaman

Bakteri endofit diduga mampu meningkatkan sistem pertahanan tanaman terhadap gangguan penyakit tanaman karena kemampuannya untuk memproduksi senyawa antimikroba, enzim, asam salisilat, etilena dan senyawa sekunder lainnya yang berperan menginduksi ketahanan tanaman. Kemampuan bakteri endofit dalam menghasilkan senyawa antimikroba membuat bakteri ini memiliki potensi sebagai agens hayati dalam mengendalikan patogen tanaman yang disebabkan oleh bakteri, nematoda, maupun cendawan.

Senyawa antimikroba yang dihasilkan oleh bakteri endofit telah mampu menghambat perkembangan cendawan patogen. Hasil penelitian lain menunjukkan bahwa bakteri endofit juga dapat berperan sebagai agens pemacu pertumbuhan inangnya maupun inang tanaman lain. Sideofor yang dihasilkan oleh bakteri endofit juga mampu mencegah perkembangan penyakit yang bersifat racun bagi jamur patogen. Bakteri endofit juga memiliki kemampuan untuk mereduksi produksi toksin yang dihasilkan oleh patogen sehingga tidak patogenik terhadap tanaman atau menginduksi ketahanan tanaman terhadap serangan patogen (Munif *et al.*, 2015).

2.5.4. Meningkatkan Ketahanan Tanaman Terhadap Tekanan Abiotik

Tekanan abiotik seperti kekeringan, suhu tinggi atau salinitas seringkali menyebabkan tanaman tidak dapat bertahan hidup. Namun, simbiosis endofit dengan tanaman mampu memicu inangnya mengaktifkan sistem pertahanannya. Aly *et al.* (2011), menyatakan bahwa ada tiga teori yang menjelaskan hal ini: pertama, bakteri endofit menghasilkan senyawa oksigen reaktif untuk mengoksidasi membran sel inang yang memicu tanaman meningkatkan ketahanannya terhadap tekanan yang menimpanya. Kedua, bakteri endofit menghasilkan berbagai macam

antioksidan, asam fenol dan derivatnya yang berperan dalam meningkatkan ketahanan tanaman terhadap tekanan luar.

2.6. Mekanisme Perkembangan Bakteri Endofit dalam Jaringan Tanaman

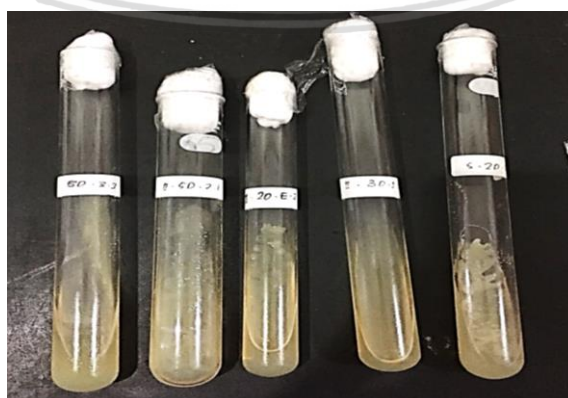
Tanah di daerah perakaran tanaman merupakan sistem ekologi yang sangat dinamis yang terbagi menjadi 2 bagian yaitu rizosfer dan bagian tanah (*bulk soil*). Rizosfer merupakan bagian ekosistem yang lebih dinamis, karena adanya eksudat akar dan mikroba tanah. Kehadiran mikroba tersebut berpengaruh langsung maupun tidak langsung bagi pertumbuhan tanaman. Bakteri endofit biasanya masuk pertama kali melalui perakaran sekunder dengan mengeluarkan enzim selulase atau pektinase, atau bagian atas tanaman seperti batang, bunga, radikel kecambah, stomata ataupun kotiledon dan daun yang sobek (Kobayashi dan Palumbo, 2000). Bakteri kemudian berkoloni di titik tempat dia masuk atau menyebar ke seluruh bagian tanaman dan hidup dalam sel, ruang interseluler atau dalam sistem pembuluh.

Komposisi senyawa penyusun eksudat menentukan jenis bakteri endofit yang mendominasi rizosfer dan hubungan ini bersifat spesifik artinya setiap spesies endofit membutuhkan sumber C yang berbeda, sehingga hanya spesies tertentu saja yang tertarik untuk mendekat dan hidup berkolonisasi dengan baik dirizosfer tanaman tertentu. Proses kolonisasi bakteri pada tanaman merupakan perbanyakan bakteri yang terjadi pada tanaman. Bakteri yang mampu mengkolonisasi jaringan tanaman merupakan bakteri yang unggul dalam berkompetisi dengan bakteri lain di daerah tersebut. Bakteri endofit mengkolonisasi jaringan tanaman dimulai dirizosfer, kemudian menempel pada rizoplan. Bakteri endofit masuk melalui zona akar rambut (zona penetrasi aktif) dan zona akar dengan celah-celah kecil yang disebabkan oleh munculnya akar lateral (zona penetrasi pasif). Bakteri endofit selanjutnya menempati ruang antar sel dari korteks sampai xilem (Malfanoya, 2010).

2.7. Karakteristik Sumber Isolat yang Digunakan

Sumber isolat bakteri endofit yang digunakan dalam penelitian ini merupakan isolat-isolat terpilih yang telah di isolasi dari tanaman bawang merah dan dikarakterisasi pada penelitian Wandita (2017) sebelumnya. Proses penyeleksian isolat yang akan di gunakan di mulai dengan melihat data hasil karakterisasi seluruh isolat dan dari sekitar 112 isolat yang telah di karakterisasi tersebut di pilih isolat mana saja yang paling potensial atau dengan kata lain isolat yang menunjukkan hasil karakterisasi (Uji bakteri pelarut P, Uji N-Fix, Uji ARA, Uji IAA dan Uji HCN) yang paling banyak hasil positifnya.

Dari data tersebut, terpilih 6 kode isolat yang paling potensial yaitu isolat dengan kode 5D.3.3, 3U.36, II.5D.2.1, II.2D.E2, II.3D.1.5 dan S.2D.3.1 karena isolat-isolat tersebut diketahui memiliki kemampuan dalam melarutkan fosfat, menghasilkan gas etilen, N-fix, memproduksi fitohormon IAA dan menghasilkan gas HCN (*Hydrogen Cyanide Acid*) (Tabel 1). Selanjutnya, ke-6 isolat tersebut di uji patogenitasnya dengan menggunakan uji hipersensitifitas, dan dari hasil pengujian didapatkan hasil bahwa isolat dengan kode 3U.3.6 memiliki hasil yang positif sebagai patogen sehingga tidak dapat digunakan sebagai isolat dalam penelitian ini, sedangkan kelima isolat lainnya negatif sebagai patogen dan dapat digunakan selanjutnya dalam penelitian ini. Dengan demikian, dalam peneltian ini peneliti menggunakan 5 jenis isolat dengan kode 5D.3.3, II.5D.2.1, II.2D.E2, II.3D.1.5 dan S.2D.3.1. Adapun kelima jenis isolat yang di gunakan dalam penelitian ini dapat di lihat pada Gambar 2 berikut ini:



Gambar 2. Isolat yang Digunakan dalam Penelitian
Sumber : Wandita (2017)

Adapun data hasil karakterisasi dan uji potensi dari kelima isolat tersebut yang diperoleh pada penelitian Wandita (2017) disajikan pada (Tabel 1) berikut ini:

Tabel 1. Hasil Karakterisasi Isolat yang digunakan dalam Penelitian (Wandita, 2017)

No.	Kode Isolat	Gram	Pelarut P (cm)	N-Fix	ARA (ppm)	IAA (ppm)	HCN
1.	5D.3.3	Negatif	0,1	Positif	28,50	5,45	++
2.	II.5D.2.1	Negatif	0,35	-	-	10,25	-
3.	II.2D.E2	Negatif	0,1	Positif	67,52	6,43	+++
4.	II.3D.1.5	Negatif	0,2	Positif	-	6,48	-
5.	S.2D.3.1	Positif	0,1	-	-	7,43	+

Keterangan :

ARA : *Acetylene Reduction Assay*

IAA : *Indole-3-Acetic Acid*

HCN : *Hydrogen Cyanide Acid*

+

: Produksi HCN Lemah

++

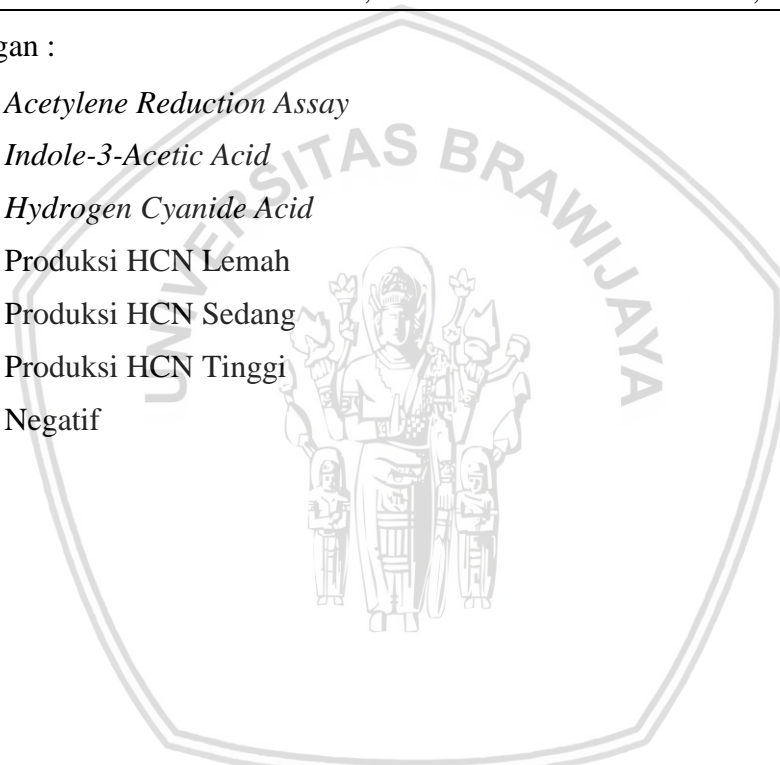
: Produksi HCN Sedang

+++

: Produksi HCN Tinggi

-

: Negatif



3. METODE PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2017 hingga bulan Februari 2018 di Laboratorium Biologi Tanah dan Rumah Kaca Balai Penelitian Tanah yang bertempat di Jl. Tentara Pelajar No. 12 Cimanggu, Bogor, Jawa Barat.

3.2. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi alat dan bahan untuk kegiatan di rumah kaca serta alat dan bahan untuk analisa laboratorium.

3.2.1 Alat

Peralatan yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian ini adalah pot, penggaris, tabung reaksi, *vortex*, eppendorf, LAFC (*Laminar Air Flow Cabinet*), pH meter, autoklaf, *hot plate stirrer*, *microwave*, *shaker*, *freezer*, timbangan digital, labu erlenmeyer, cawan Petri, micropipet, tip, botol kecil beserta bahan dan alat penunjang yaitu alkohol 70%, aquadest, spiritus, bunsen, korek api, tisu, jarum ose, *syringe*, rak master, karet gelang, kertas label, plastik anti panas, kapas, kamera, gunting, *wrapping plastic*, *aluminium foil*, kamera dan spidol.

3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian adalah bibit tanaman bawang merah varietas Bima Brebes sebagai tanaman indikator, tanah Andisol yang diambil dari Desa Cinisti, Kabupaten Garut, Jawa Barat, inokulan bakteri endofit yang digunakan diisolasi dari tanaman bawang merah dan telah dikarakterisasi, media LB cair sebagai media pertumbuhan bakteri, pakan sapi serta pupuk urea, SP-36 dan KCl sebagai pupuk anorganik.

3.3. Metode Penelitian

Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap Faktorial (RALF) dengan menggunakan 2 faktor perlakuan yaitu faktor I (Pupuk Anorganik berbagai Taraf Dosis) dan faktor II (Isolat Bakteri Endofit. Untuk lebih jelasnya akan dijabarkan seperti berikut ini:

Faktor I (Dosis Pupuk Anorganik Berbagai Taraf Dosis) yang terdiri dari:

1. 25% Dosis Pupuk Anorganik Rekomendasi (P1)
2. 75% Dosis Pupuk Anorganik Rekomendasi (P2)
3. 100% Dosis Pupuk Anorganik Rekomendasi (P3)

Faktor II (Isolat Bakteri Endofit) yang terdiri dari:

1. Kontrol (I0)
2. Isolat 5D.3.3 (I1)
3. Isolat II.5D.2.1 (I2)
4. Isolat II.2D.E.2 (I3)
5. Isolat II.3D.1.5 (I4)
6. Isolat S.2D.3.1 (I5)

Berdasarkan penjabaran diatas maka diperoleh 18 perlakuan dengan 3 kali ulangan sehingga secara keseluruhan diperoleh sebanyak 54 percobaan. Perlakuan yang digunakan pada penelitian ini selengkapnya dapat dilihat pada (Tabel 2) berikut ini:

Tabel 2. Perlakuan yang digunakan dalam Penelitian

No.	Kode	Perlakuan	Keterangan
1.	I0P1	Kontrol + Pupuk Anorganik Dosis 25%	Bawang Merah Varietas Bima Brebes + Tanah 5 kg/Pot + Pupuk Kandang Sapi 5 ton/ha
2.	I0P2	Kontrol + Pupuk Anorganik Dosis 75%	
3.	I0P3	Kontrol + Pupuk Anorganik Dosis 100%	
4.	I1P1	Isolat 5D.3.3 + Pupuk Anorganik Dosis 25%	
5.	I1P2	Isolat 5D.3.3 + Pupuk Anorganik Dosis 75%	
6.	I1P3	Isolat 5D.3.3 + Pupuk Anorganik Dosis 100%	
7.	I2P1	Isolat II.5D.2.1 + Pupuk Anorganik Dosis 25%	
8.	I2P2	Isolat II.5D.2.1 + Pupuk Anorganik Dosis 75%	
9.	I2P3	Isolat II.5D.2.1 + Pupuk Anorganik Dosis 100%	
10.	I3P1	Isolat II.2D.E2 + Pupuk Anorganik Dosis 25%	
11.	I3P2	Isolat II.2D.E2 + Pupuk Anorganik Dosis 75%	
12.	I3P3	Isolat II.2D.E2 + Pupuk Anorganik Dosis 100%	
13.	I4P1	Isolat II.3D.1.5 + Pupuk Anorganik Dosis 25%	
14.	I4P2	Isolat II.3D.1.5 + Pupuk Anorganik Dosis 75%	
15.	I4P3	Isolat II.3D.1.5 + Pupuk Anorganik Dosis 100%	
16.	I5P1	Isolat S.2D.3.1 + Pupuk Anorganik Dosis 25%	
17.	I5P2	Isolat S.2D.3.1 + Pupuk Anorganik Dosis 75%	
18.	I5P3	Isolat S.2D.3.1 + Pupuk Anorganik Dosis 100%	

Keterangan : P : Pupuk ; I : Isolat ; Pupuk Rekomendasi (N : 200 N/kg/ha, P : 90 P₂O₅/kg/ha, K : 150 K₂O/kg/ha) berdasarkan rekomendasi Firmansyah *et al.* (2015)

3.4. Pelaksanaan Penelitian

Adapun tahapan pelaksanaan penelitian yang akan di lakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut: (1) seleksi isolat bakteri; (2) uji hipersensitifitas; (3) persiapan inokulan; (4) persiapan media tanam; (5) pengujian isolat bakteri pada tanaman bawang merah; (6) pemupukan; (7) pengamatan; (8) pemeliharaan dan (9) pemanenan. Penjelasan lebih rinci mengenai tahapan-tahap diatas akan dijelaskan seperti dibawah ini:

3.4.1 Seleksi Isolat Bakteri

Sumber isolat bakteri yang digunakan pada penelitian diisolasi dari tanaman bawang merah yang berasal dari daerah Garut, Jawa Barat. Adapun dasar pemilihan isolat-isolat potensial diatas adalah berdasarkan potensinya yang telah di uji pada penelitian Wandita (2017) sebelumnya. Proses seleksi isolat yang digunakan dimulai dengan melihat data hasil karakterisasi seluruh isolat. Dari 112 isolat yang sudah diuji, dipilih isolat-isolat yang paling potensial yaitu isolat yang dapat menunjukkan hasil karakterisasi (Uji bakteri pelarut P, Uji N-Fix, Uji ARA, Uji IAA dan Uji HCN) yang paling tinggi maupun paling banyak hasil positifnya

Dari data tersebut, terpilih 5 kode isolat yang paling potensial yaitu isolat dengan kode 5D.3.3, II.5D.2.1, II.2D.E2, II.3D.1.5 dan S.2D.3.1 karena isolat-isolat tersebut diketahui memiliki kemampuan dalam melarutkan fosfat, menghasilkan gas etilen, N-fix, memproduksi fitohormon IAA dan menghasilkan gas HCN (*Hydrogen Cyanide Acid*) (Tabel 1).

3.4.2 Uji Hipersensitifitas

Uji hipersensitifitas (HR) dilakukan untuk mengetahui patogenesitas isolat bakteri endofit. Uji hipersensitivitas dilakukan dengan menginjeksikan kultur bakteri ke daun tembakau (*Nicotiana tabacum* L.) (Vanneste *et al.*, 1990). Tanaman yang digunakan dalam uji HR pada penelitian ini adalah tanaman tembakau sehat berumur 2 – 3 bulan yang dimiliki oleh Laboratorium Biologi Tanah, Balittanah, Bogor yang dibandingkan dengan media LB cair sebagai kontrol negatif dan bakteri patogen *Fusarium oxysporum* sebagai kontrol positif.

Isolat bakteri endofit dibiakkan pada medium LB (*Luria-Bertani*) cair dengan komposisi media (1 Liter) yaitu 10 gram *Tryptone*, 5 gram *Yeast Extract*, 10 gram

NaCl dan 1000 ml aquadest. Selanjutnya media LB cair yang sudah diinokulasikan isolat bakteri endofit tersebut diinkubasi selama 48 jam di dalam *shaker* dengan kecepatan agitasi sebesar 150 ppm pada suhu ruang 30 °C. Setelah di inkubasi, inokulan bakteri endofit diencerkan dengan pengenceran 10^{-1} dan 10^{-2} dengan menggunakan larutan NaCl 0,85%, lalu diambil cairan inokulan sebanyak 1 ml dari kultur isolat dan diinjeksikan dengan menggunakan *syringe* pada permukaan bawah daun tembakau kemudian diinkubasi selama 24 jam. Apabila setelah 24 jam disekitar daerah penyuntikan daun tembakau tidak menunjukkan gejala nekrosis maka bakteri endofit tersebut bukan patogen dan dapat digunakan untuk kegiatan penelitian.

3.4.3 Persiapan Inokulan

Persiapan inokulan dilakukan dengan pembuatan media selektif LB cair yaitu dengan mencampurkan bahan-bahan media ke dalam 1 liter aquadest selanjutnya diaduk hingga homogen, setelah itu ukur pH media dengan menggunakan pH meter dan sesuaikan pH media hingga netral (pH 6,8 - 7,2). Kemudian sebanyak 150 ml media LB cair tersebut di tuang pada masing-masing 6 erlenmeyer yang sudah dipersiapkan, media selanjutnya disterilisasi dengan menggunakan autoklaf pada suhu 121 °C selama 30 - 40 menit dengan tekanan sebesar 1,5 atm. Setelah itu, isolat bakteri endofit yang akan digunakan dalam penelitian diinokulasikan ke dalam masing-masing media LB cair tadi dan diberi label sesuai dengan kode isolatnya, selanjutnya inokulan diinkubasi pada *shaker* dengan kecepatan agitasi sebesar 150 ppm dan pada suhu 30 °C selama 3 hari.

3.4.4 Persiapan Media Tanam

Media tanam yang digunakan adalah tanah Andisol yang berasal dari Desa Cinisti, Kabupaten Garut, Jawa Barat. Data hasil analisa tanah dengan *test kit* di ketahui bahwa sampel tanah yang digunakan memiliki kandungan P yang rendah, K sedang serta pH tanah tergolong agak masam (pH 5-6). Setelah itu, sampel tanah diambil lalu dianalisis tanah awalnya di Laboratorium Kimia Tanah, Balai Penelitian Tanah, Bogor. Sebelum digunakan, tanah dikering anginkan kemudian dicampur dengan pukan sapi halus sebanyak 5 ton ha⁻¹ pada 2 - 3 hari sebelum tanam dengan cara disebar lalu diaduk secara merata dengan tanah.

3.4.5 Inokulasi Isolat Bakteri pada Tanaman Bawang Merah

Bibit bawang merah yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah bibit bawang merah varietas Bima Brebes. Bibit yang digunakan harus memiliki karakter yang sama yaitu berukuran seragam, tidak busuk, tidak cacat dan berwarna seragam. Setiap pot ditanami dua umbi bawang merah. Selanjutnya pot diberi label sesuai dengan kode perlakuan dan pot ditempatkan didalam rumah kaca.

Inokulan bakteri diinokulasikan ke dalam tanah sebanyak 1 kali yaitu pada saat penanaman. Cairan inokulan bakteri yang digunakan sebanyak 12,5 ml suspensi lalu larutan suspensi bakteri diinjeksikan dengan menggunakan *syringe* 10 ml pada permukaan tanah pada tiap pot percobaan dengan radius 2 cm dari umbi bawang merah (Harni *et al.*, 2007).

3.4.6 Pemupukan

Pupuk NPK rekomendasi yang digunakan adalah 200 N/Kg/Ha, 90 P₂O₅/Kg/Ha dan 150 K₂O/Kg/Ha (Firmansyah *et al.*, 2015). Sebagai sumber N, P dan K yang digunakan adalah Urea, SP36 dan KCl. Adapun taraf dosis masing-masing pupuk NPK yang diberikan pada per pot berdasarkan perhitungan pada (Lampiran 1) disajikan pada (Tabel 3) berikut ini:

Tabel 3. Dosis Pupuk Anorganik yang di berikan Per Tanaman berdasarkan Rekomendasi Firmansyah *et al.* 2015

Jenis Pupuk	Dosis Pupuk NPK Rekomendasi (g tan ⁻¹)		
	25%	75 %	100%
Urea	0,278	0,836	1,11
SP36	0,156	0,469	0,625
KCl	0,156	0,47	0,626

Aplikasi pupuk N, P dan K per pot disesuaikan dengan taraf dosis yang dilakukan pada tiap perlakuan dalam peneltian yaitu sebesar 25%, 75%, dan 100% dari dosis rekomendasi. Pemberian pupuk Urea dan KCl dilakukan sebanyak 2 kali yaitu pada saat 15 HST dan pada 30 HST dengan masing-masing setengah dosis, sedangkan pemberian pupuk SP36 hanya dilakukan satu kali yaitu pada saat tanam sesuai dengan standar operasional prosedur. Pupuk organik yang digunakan adalah pupuk kandang sapi halus dengan dosis 5 ton ha⁻¹. Aplikasi pupuk anorganik

dilakukan dengan cara diletakkan disamping kanan dan kiri bibit umbi secara merata.

3.4.7 Paramater Pengamatan

Adapaun parameter yang digunakan pada penelitian ini adalah parameter pertumbuhan (tinggi, jumlah daun dan anakan), parameter produksi (jumlah umbi, berat basah dan kering tanaman, berat basah dan kering eskip umbi, analisis serapan N dan P tanaman dan analisis sifat kimia tanah (C-organik, N-total, C/N, pH, KTK, KA, P, dan K). Untuk lebih lengkapnya parameter pengamatan penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada (Tabel 4) berikut ini:

Tabel 4. Parameter Pengamatan

Sampel	Analisa Data	Metode	Waktu Analisis
Tanah	pH H ₂ O	pH meter	0 HST (Hari Setelah Tanam)
	C-organik (%)	Walkey and Black	
	N-total (%)	Kjeldahl	
	P-Total (ppm)	HCl 25%	
	P-Tersedia (ppm)	Olsen	
	K-tersedia (mg.100 g ⁻¹ K ₂ O)	Amonium Asetat 1N pH 7	
	KTK (cmol kg ⁻¹)	Amonium Asetat 1N pH 7	
Tanaman	Serapan N (g pot ⁻¹)	% N x BK	77 HST
	Serapan P (g pot ⁻¹)	% P x BK	
	Tinggi Tanaman (cm)	Meteran	14, 28, 42, 56 dan 70 HST
	Jumlah Daun (helai pot ⁻¹)	Manual	
	Jumlah Umbi (buah)	Manual	
	Bobot Basah Tanaman (g pot ⁻¹)	Timbangan	70 HST
	Bobot Basah Umbi (g pot ⁻¹)	Timbangan	
	Bobot Kering Tanaman (g pot ⁻¹)	Timbangan	48 Jam Oven - Bobot Konstan
	Bobot Umbi kering Eskip (g pot ⁻¹)	Timbangan	2 Minggu Setelah Panen

3.4.8 Pemeliharaan

Penyiraman tanaman dilakukan setiap hari. Jika cuaca sangat panas penyiraman dapat dilakukan pagi dan sore hingga tanah dalam kapasitas lapang. Namun jika tidak terlalu panas, maka penyiraman hanya dilakukan satu kali sehari. Penyiangan gulma dilakukan dengan cara membersihkan gulma secara manual pada tiap pot percobaan, sedangkan pembumbunan dilakukan dari awal pertanaman sampai munculnya umbi. Pembumbunan bertujuan untuk menjaga agar tanaman

tidak mudah rebah dan untuk merangsang pertumbuhan tanaman. Pengendalian organisme pengganggu tanaman (OPT) dapat dilakukan dengan cara mekanis atau kimia jika gejala serangan berat atau sangat berat.

3.4.9 Pemanenan

Kriteria panen bawang merah antara lain adalah 60-70% leher daun lemas/rebah, daun menguning, umbi tersembul sebagian di atas tanah, dan warna kulit mengkilap. Umbi bawang merah dapat dipanen pada umur 65-70 HST. Panen dilakukan dengan cara mencabut tanaman secara hati-hati agar umbinya tidak rusak atau tertinggal. Umbi bawang merah yang telah dipanen kemudian dibersihkan hingga bersih dengan air yang mengalir.

3.5. Analisis Data

Data yang dieproleh selanjutnya dianalisis dengan menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) atau uji F pada taraf uji 5% dengan menggunakan program SPSS 23 dan Minitab 18. Jika analisis ragam perlakuan menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap parameter pengamatan, maka dilanjutkan dengan Uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf kepercayaan 95%. Keterkaitan antar peubah diuji dengan korelasi dan regresi. Sedangkan efektivitas perlakuan atau peningkatan hasil tanaman bawang merah akibat perlakuan dihitung berdasarkan modifikasi rumus efisiensi agronomis (Bertham, 2006) sebagai berikut:

$$E = \frac{W_p - W_k}{W_k} \times 100\%$$

dengan:

E = Efektivitas Perlakuan;

W_p = Perlakuan; dan

W_k = Kontrol.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1.1 Hasil

4.1.2 Karakteristik Tanah Awal

Tanah Andisol yang digunakan pada penelitian ini berasal dari Desa Cinisti, Kecamatan Boyongbong, Kabupaten Garut, Jawa Barat (Lampiran 4). Sebelum dianalisis sifat kimia tanahnya, sampel tanah Andisol telah dicampur dengan pupuk kandang sapi dengan dosis 5 t ha⁻¹. Analisis kimia tanah dilakukan sebelum penanaman. Adapun hasil analisis tanah awal sebelum perlakuan disajikan pada (Tabel 5) sebagai berikut:

Tabel 5. Hasil Analisis Tanah Awal

No	Parameter	Hasil Analisis	Kriteria
1	pH H ₂ O	6,8	Netral
2	C-Organik (%)	2,11	Sedang
3	N-Total (%)	0,15	Rendah
4	C/N Ratio	14	Sedang
5	P-Total (ppm)	1950	Sangat Tinggi
6	P-Tersedia (ppm)	228	Sangat Tinggi
7	K-Tersedia (mg.100 g ⁻¹ K ₂ O)	88	Tinggi
8	Nilai Tukar Kation (cmol.kg ⁻¹)		
	- K-dd	1,28	Sangat Tinggi
	- Ca-dd	14,35	Tinggi
	- Mg-dd	3,45	Tinggi
	- Na-dd	0,15	Rendah
9	CTC (cmol.kg ⁻¹)	35,47	Tinggi
10	KB (%)	54	Sedang
11	Tekstur Tanah (%)		
	- Pasir	18	
	- Debu	46	Debu
	- Liat	36	

*Kriteria Penilaian Berdasarkan Petunjuk Teknis Balai Penelitian Tanah (2009)

Berdasarkan hasil analisa tanah yang telah diperoleh (Tabel 5), diketahui bahwa sampel tanah Andisol yang digunakan sebagai media tanam bawang merah merupakan tanah yang memiliki pH netral dengan pH H₂O sebesar 6,8 (netral), kandungan C-Organik yang sedang (2,11%), kandungan N-Total rendah (0,15 %), P-Tersedia yang sangat tinggi (195 ppm), kandungan K₂O tergolong tinggi (88 mg.100gr⁻¹ K₂O), sedangkan besar CTC tanahnya masuk kedalam kriteria tinggi (35,47 cmol.Kg⁻¹). Besar Kejenuhan Basa (KB) yang di peroleh adalah sebesar

(54%) dan termasuk ke dalam kriteria sedang. Adapun tekstur tanah nya adalah dominan debu dengan persentase pasir, debu dan liat nya masing-masing adalah (18% ; 46% dan 36%).

Dari data hasil analisis tanah awal diatas dapat diketahui bahwa secara keseluruhan tanah yang di gunakan dalam penelitian ini memiliki tingkat kesuburan yang sedang. Adapun jumlah kandungan N-total tanahnya berdasarkan kriteria Balittanah (2009) tergolong rendah hal ini dikarenakan tanah Andisol dicirikan dengan jumlah kandungan N didalam tanahnya yang rendah. Hal ini sesuai dengan pernyataan Syarif (1990), yang mengemukakan bahwa pada tanah Andisol kandungan N dan K tanahnya rendah sampai sedang.

Dari ada (Tabel 5) diatas juga di ketahui bahwa kandungan P-tersedia tanahnya sangat tinggi yakni sebesar 228 ppm, sementara seperti yang kita ketahui bahwa salah satu permasalahan tanah Andisol adalah memiliki retensi P yang tinggi sehingga menyebabkan P-tersedia tanah menjadi rendah. Hal tersebut diduga terjadi dikarenakan sebelum dilakukan analisis kimia tanah, tanah sudah terlebih dahulu diberi perlakuan pemberian pupuk organik berupa pupuk kandang sapi dengan dosis 5 t ha^{-1} sehingga mempengaruhi ketersediaan unsur P di dalam tanah. Kotoran ternak merupakan salah satu sumber utama bahan organik dan unsur hara tanah. Senyawa organik dalam tanah meningkatkan ketersediaan P melalui: (1) pembentukan senyawa kompleks *organophospat* yang lebih mudah diasimilasi oleh tanaman, (2) penggantian Anion H_2PO_4^- pada tapak jerapan, (3) pelapisan oksida-oksida Al dan Fe oleh humus membentuk suatu pelindung yang dapat mengurangi jerapan P, dan (4) peningkatan kuantitas P organik yang termineralisasi menjadi P anorganik. Selain itu, pH sampel tanah yang telah dianalisis adalah sebesar 6,8, yang mana pada rentang pH tersebut retensi P dalam kondisi minimum atau rendah. Hal tersebut sejalan dengan Nurhidayati (2017), yang mengemukakan bahwa ketersediaan P maksimum pada kebanyakan tanah terjadi pada pH mendekati 6,5. Pada pH yang rendah P terfiksasi pada oksida-oksida Al dan Fe serta mengendap sebagai $\text{Al}(\text{PO}_4)$ dan FePO_4 . Bila pH tanah meningkat maka aktivitas Fe dan Al menurun, sehingga mengurangi jerapan dan pengendapan P dan meningkatkan konsentrasi P dalam larutan. Jerapan P minimum pada pH 6 - 6,5 yang merupakan kisaran pH kelarutan P maksimum.

4.2. Pengaruh Pemberian Pupuk Anorganik Berbagai Taraf Dosis dan Isolat Bakteri Endofit terhadap Pertumbuhan Tanaman Bawang Merah

4.1.3 Tinggi Tanaman

Tinggi tanaman merupakan salah satu parameter utama untuk menentukan laju pertumbuhan tanaman. Tinggi tanaman bawang merah diukur pada umur tanaman 14 HST hingga 70 HST. Hasil sidik ragam dengan adanya perlakuan pemberian pupuk anorganik berbagai taraf dosis terhadap laju pertumbuhan tinggi tanaman bawang merah menunjukkan hasil yang berpengaruh nyata pada umur tanaman 42 HST, 56 HST dan 70 HST (Lampiran 5). Pada perlakuan isolat bakteri endofit juga menunjukkan adanya pengaruh yang nyata terhadap tinggi tanaman bawang merah pada umur tanaman 28 HST, 42 HST, 56 HST dan 70 HST. Sedangkan interaksi yang terjadi antar perlakuan dosis pupuk anorganik dan perlakuan isolat bakteri endofit tidak menunjukkan adanya pengaruh yang nyata terhadap parameter tinggi tanaman bawang merah. Data rerata tinggi tanaman bawang merah akibat perlakuan dosis pupuk anorganik dan isolat bakteri endofit disajikan pada (Tabel 6) berikut:

Tabel 6. Rerata Tinggi Tanaman Bawang Merah Akibat Perlakuan Pupuk Anorganik berbagai Taraf Dosis dan Isolat Bakteri Endofit

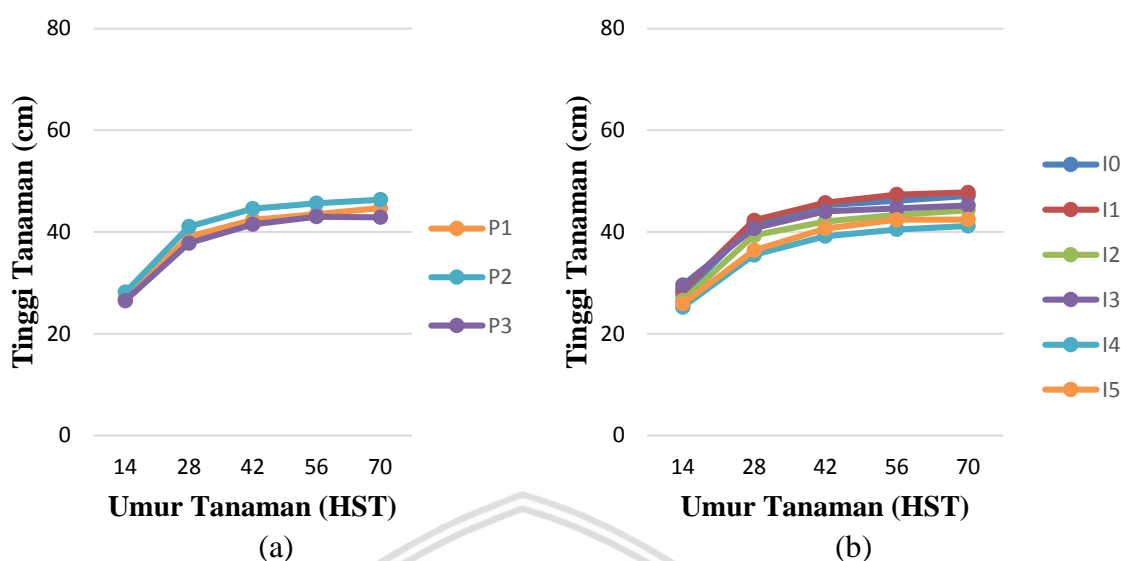
Kode	Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm)				
		14 HST	28 HST	42 HST	56 HST	70 HST
	Taraf Dosis Pupuk Anorganik:					
P1	25%	27.14	39.13	42.41 ab	43.54 a	44.71 ab
P2	75%	28.17	41.07	44.60 b	45.68 b	46.35 b
P3	100%	26.50	37.83	41.53 a	43.03 a	42.91 a
	Isolat Bakteri Endofit:					
I0	Kontrol	27.72	41.76 b	45.26 cd	46.17 cd	47.10 cd
I1	Isolat 5D.3.3	28.61	42.31 b	45.76 d	47.37 d	47.78 d
I2	Isolat II.5D.2.1	26.56	39.34 ab	42.09 abc	43.37 abc	44.17 abc
I3	Isolat II.2D.E2	29.56	40.72 b	44.06 bcd	44.64 bcd	45.22 bcd
I4	Isolat II.3D.1.5	25.26	35.50 a	39.18 a	40.50 a	41.21 a
I5	Isolat S.2D.3.1	25.92	36.43 b	40.70 ab	42.44 ab	42.46 ab

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf kecil yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata berdasarkan DMRT pada taraf 5% ; HST (Hari Setelah Tanam); KK (Koefisien Keragaman)

Pada (Tabel 6) diatas dapat dilihat bahwa pada hasil analisis tinggi tanaman bawang merah menunjukkan bahwa perlakuan pemberian pupuk anorganik dengan dosis 75% (P2) memberikan pengaruh yang berbeda nyata pada tinggi tanaman saat umur 42 HST, 56 HST dan 70 HST. Perlakuan P2 mampu meningkatkan tinggi tanaman bawang merah pada 42-70 HST masing-masing sebesar 7,39%, 6,16% dan 8,02% dibandingkan dengan perlakuan pemberian pupuk anorganik 100% dari dosis rekomendasi (P3).

Perlakuan isolat bakteri endofit juga menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap tinggi tanaman bawang merah pada 28 HST, 42 HST, 56 HST dan 70 HST. Dari (Tabel 6), dapat dilihat bahwa perlakuan I1 (Isolat Kode 5D.3.3) menunjukkan hasil yang tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya pada umur tanaman 28-70 HST. Pada umur 28 HST, terdapat perbedaan yang nyata antara perlakuan I1 (Isolat 5D.3.3) dengan perlakuan lain namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan I0 (Kontrol). Perlakuan I1 dapat meningkatkan rerata tinggi tanaman bawang merah pada umur 42-70 HST sebesar 1,10 - 2,59% dibandingkan dengan kontrol (I0).

Tabel 6 diatas menunjukkan bahwa pemberian pupuk anorganik dengan dosis yang lebih rendah dari dosis penuh yakni sebesar 75% dosis pupuk anorganik rekomendasi dapat meningkatkan rerata tinggi tanaman bawang merah lebih besar dibandingkan dengan perlakuan dengan dosis pupuk anorganik 100% yang lebih tinggi dosisnya. Hal ini diduga karena bakteri endofit mampu membantu menyediakan unsur hara yang ada untuk selanjutnya diserap oleh tanaman bawang merah. Sejalan dengan itu, Khan dan Doty (2009) juga menyebutkan bahwa bakteri endofit berpengaruh positif terhadap tanaman meskipun ditumbuhkan di medium yang memiliki kandungan hara yang rendah atau pada kondisi yang miskin hara sekalipun. Hal yang serupa juga dikemukakan oleh Suliasih *et al.* (2010), yang menyebutkan bahwa penggunaan pupuk organik dan pupuk hayati selain dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman dan hasil tanaman, juga dapat mengurangi penggunaan pupuk anorganik (NPK). Adapun pola pertumbuhan tanaman bawang merah di sajikan pada (Gambar 3) berikut ini:



Keterangan:

1. : (a): Pengaruh pupuk anorganik berbagai taraf dosis terhadap laju tinggi tanaman pada umur 14-70 HST
2. : (b): Pengaruh isolat bakteri endofit terhadap laju tinggi tanaman pada umur 14-70 HST
3. : (P1): Pupuk 25% Rekomendasi; (P2): Pupuk 75% Rekomendasi; (P3): Pupuk 100% Rekomendasi; (I0): Tanpa Isolat (Kontrol); (I1): Isolat 5D.3.3; (I2): Isolat II.5D.2.1; (I3): Isolat II.2D.E.2; (I4): Isolat II.3D.1.5; (I5): Isolat S.2D.3.1

Gambar 3. Pengaruh Pupuk Anorganik dan Isolat Bakteri Endofit terhadap Laju Tinggi Tanaman Bawang Merah pada 14-70 HST

4.1.4 Jumlah Daun

Hasil analisis ragam pada parameter jumlah daun (menunjukkan perlakuan pupuk anorganik berbagai taraf dosis tidak menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap parameter jumlah daun tanaman bawang merah pada setiap perlakuan pada semua umur tanaman (Lampiran 6), sedangkan perlakuan isolat bakteri endofit menunjukkan adanya pengaruh yang nyata terhadap rerata jumlah daun tanaman bawang merah pada umur tanaman 14 dan 28 HST. Adapun interaksi antara pupuk anorganik berbagai taraf dosis dengan isolat bakteri endofit juga berpengaruh nyata terhadap jumlah daun tanaman bawang merah, namun hanya pada umur tanaman 28 HST saja. Berikut adalah (Tabel 7) yang menyajikan interaksi antara perlakuan pupuk anorganik berbagai taraf dosis yang dikombinasikan dengan isolat bakteri endofit terhadap rerata jumlah daun tanaman bawang merah pada umur 28 HST.

Tabel 7. Interaksi antara Perlakuan Pupuk Anorganik berbagai Taraf Dosis dengan Isolat Bakteri Endofit terhadap Jumlah Daun pada 28 HST

Perlakuan	Rerata Jumlah Daun (helai pot ⁻¹)		
	P1	P2	P3
I0	21,67 abc	28,67 bcdefg	26,33 abcdef
I1	35,33 g	34,33 fg	29,00 bcdefg
I2	35,67 g	30,00 cdefg	31,67 efg
I3	34,33 fg	31,33 defg	20,67 ab
I4	22,67 abcd	24,33 abcde	29,67 cdefg
I5	24,67 abcde	33,00 efg	19,00 a

Keterangan :

1. Angka-angka yang diikuti huruf kecil yang sama pada kolom dan baris yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata berdasarkan DMRT pada taraf 5%
2. (**P1**): Dosis Pupuk Anorganik 25%; (**P2**): Dosis Pupuk Anorganik 75%; (**P3**): Dosis Pupuk Anorganik 100%; (**I0**): Tanpa Isolat (Kontrol); (**I1**): Isolat 5D.3.3; (**I2**): Isolat II.5D.2.1; (**I3**): Isolat II.2D.E.2; (**I4**): Isolat II.3D.1.5; (**I5**): Isolat S.2D.3.1

Berdasarkan data pada (Tabel 7) diatas, diketahui bahwa perlakuan dengan rerata jumlah daun tertinggi pada umur 28 HST terdapat pada perlakuan dengan kombinasi I2P1 (Isolat II.2D.E2 + Dosis Pupuk Anorganik 25%) yakni rata-rata jumlah daun sebesar 35,67 helai pot⁻¹ yang mana juga tidak berbeda jauh dengan rerata perlakuan I1P1 (Isolat 5D.3.3 + Dosis Pupuk Anorganik 25%) yang juga memiliki hasil rerata jumlah daun yang tinggi yakni sebesar 35,33 helai pot⁻¹. Sedangkan perlakuan dengan rerata jumlah daun terendah terdapat pada kombinasi perlakuan I5P3 (Isolat S.2D.3.1 + Dosis Pupuk Anorganik 100%) yakni hanya sebesar 19,00 helai pot⁻¹. Jika dibandingkan dengan kontrol dengan taraf dosis pupuk anorganik yang sama (I0P1) maka perlakuan I2P1 dapat meningkatkan rerata jumlah daun tanaman bawang merah pada umur 28 HST sebesar 64,61% dan jika dibandingkan dengan perlakuan kontrol dengan dosis pupuk 100% (I0P3) maka rerata jumlah daun yang dapat ditingkatkan oleh perlakuan I2P1 adalah sebesar 35,47%. Peningkatan jumlah daun pada tanaman bawang merah yang di inokulasikan bakteri endofit disebabkan oleh peningkatan produksi fitohormon IAA oleh bakteri endofit. Hasil penelitian Ngoma *et al.* (2013), membuktikan bahwa bakteri endofit dapat menghasilkan hormon pertumbuhan sehingga tanaman dapat tumbuh lebih baik serta dapat merangsang pertumbuhan akar lateral, akar adventif, akar primer dan menghasilkan hormon pertumbuhan sehingga tanaman dapat tumbuh lebih baik. Adapun pada hasil yang menunjukkan tidak adanya

pengaruh yang nyata pada perlakuan isolat bakteri endofit terhadap jumlah daun tanaman pada 42-70 HST dimungkinkan terjadi karena adanya kompetisi antara bakteri dan pupuk anorganik dalam menyediakan unsur hara. Hal tersebut sejalan dengan penelitian Khairani (2009), yang mana interaksi antara pupuk kascing yang mengandung *Azotobacter* sp. dengan pupuk anorganik tidak berbeda nyata dikarenakan urea yang diberikan ke dalam tanah akan melepaskan H^+ disekitar tanaman yang menyebabkan kondisi tanah akan menjadi lebih masam, sehingga peningkatan pada fase vegetatif tidak maksimal. Pada kondisi ini bakteri khususnya bakteri penambat N tidak dapat melakukan fiksasi N dengan baik karena tidak toleran terhadap kondisi yang masam. Penurunan aktifitas bakteri ini selajutnya akan memperlambat proses mineralisasi N dalam tanah sehingga pembentukan daun tidak bertambah setiap minggunya.

4.3. Pengaruh Pupuk Anorganik berbagai Taraf Dosis dan Isolat Bakteri Endofit terhadap Pertumbuhan Tanaman Bawang Merah

4.3.1. Bobot Basah Umbi

Bobot basah umbi merupakan salah satu faktor yang diamati untuk menentukan hasil produksi tanaman bawang merah yang dihasilkan. Pertumbuhan umbi pada bawang merah dimulai pada saat tanaman memasuki fase generatif. Fase pembentukan umbi berlangsung pada saat umur tanaman 36 – 50 HST, sedangkan fase pematangan umbi terjadi pada umur tanaman 51 – 56 HST. Parameter bobot basah umbi tanaman bawang merah merupakan salah satu faktor yang menunjukkan besarnya hasil produksi yang dihasilkan dari tanaman bawang merah. Berdasarkan hasil penimbangan bobot basah umbi yang telah dilakukan pada saat panen dan setelah dianalisis sidik ragamnya, hasil menunjukkan bahwa perlakuan pemberian pupuk anorganik berbagai taraf dosis memberikan pengaruh yang nyata terhadap bobot basah umbi bawang merah. Begitupun perlakuan isolat bakteri endofit dan interaksi antara faktor pupuk anorganik berbagai taraf dosis dengan isolat bakteri endofit juga menunjukkan pengaruh yang nyata ($F_{hit} > F_{tabel} 5\%$) terhadap bobot basah umbi bawang merah (Lampiran 7). Interaksi antara faktor perlakuan pupuk anorganik berbagai taraf dosis dengan perlakuan isolat bakteri endofit terhadap hasil rerata bobot basah umbi bawang merah disajikan pada (Tabel 9) berikut:

Tabel 9. Interaksi antara Perlakuan Pupuk Anorganik Berbagai Taraf Dosis dengan Isolat Bakteri Endofit terhadap Bobot Basah Umbi

Perlakuan	Bobot Basah Umbi (g pot ⁻¹)		
	P1	P2	P3
I0	40,40 defg	51,44 ghij	49,02 fghi
I1	54,13 hij	55,50 ij	40,75 defg
I2	42,47 defgh	44,46 efghi	37,90 cdef
I3	61,89 j	35,57 bcde	42,58 defgh
I4	25,03 ab	26,40 abc	30,48 abcd
I5	35,71 bcde	40,75 defg	19,13 a

KK = 6,14%

Keterangan :

1. Angka-angka yang diikuti huruf kecil yang sama pada kolom dan baris yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata berdasarkan DMRT pada taraf 5%
2. (**P1**): Dosis Pupuk Anorganik 25%; (**P2**): Dosis Pupuk Anorganik 75%; (**P3**): Dosis Pupuk Anorganik 100%; (**I0**): Tanpa Isolat (Kontrol); (**I1**): Isolat 5D.3.3; (**I2**): Isolat II.5D.2.1; (**I3**): Isolat II.2D.E.2; (**I4**): Isolat II.3D.1.5; (**I5**): Isolat S.2D.3.1

Hasil interaksi antar perlakuan pupuk anorganik berbagai taraf dosis dengan faktor isolat bakteri endofit pada (Tabel 9) diatas menunjukkan bahwa pada parameter bobot basah umbi, perlakuan dengan kombinasi I3P1 (Isolat II.2D.E.2 + Dosis Pupuk Anorganik 25%) menunjukkan hasil rerata bobot basah umbi bawang merah yang tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya yakni dengan rerata bobot basah tanaman sebesar 61,89 g pot⁻¹, hasil tersebut berbeda jauh dengan hasil rerata bobot basah umbi perlakuan kontrol dengan dosis pupuk yang sama yakni perlakuan I0P1 (Kontrol + Dosis Pupuk Anorganik 25%) dengan rerata bobot basah sebesar 40,40 g pot⁻¹. Apabila dibandingkan dengan perlakuan kontrol tersebut, maka perlakuan I3P1 menunjukkan terjadinya peningkatan rerata bobot basah umbi sebesar 53,19%. Data tersebut mengindikasikan bahwa pemberian pupuk anorganik dengan dosis 25% dan ditambah dengan isolat bakteri endofit II.2D.E.2 dapat mengurangi penggunaan dosis pupuk anorganik sampai 75%. Hal ini diduga karena bakteri endofit mampu memproduksi hormon pertumbuhan dan membantu tersedianya unsur hara, sehingga dapat mempengaruhi produksi. Peningkatan kandungan nitrogen dapat berpengaruh terhadap fotosintesis, sehingga meningkatkan fotosintat yang dapat berpengaruh terhadap pembentukan buah, didukung pendapat Avivi (2005) bahwa peningkatan laju fotosintesis akan meningkatkan fotosintat tanaman yang dapat meningkatkan produksi tanaman.

4.3.2. Bobot Umbi Kering Eskip

Bobot umbi kering eskip merupakan bobot yang di dapatkan setelah melakukan pengeringan pada umbi selama 2 minggu di bawah sinar matahari tidak langsung (eskip), diketahui bahwa pemberian pupuk anorganik berbagai taraf dosis dan perlakuan isolat bakteri endofit menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap bobot umbi kering eskip bawang merah (Lampiran 8). Hasil interaksi antar perlakuan pupuk anorganik berbagai taraf dosis dengan isolat bakteri endofit juga menunjukkan terdapat pengaruh yang nyata ($F_{hit} > F_{tabel} 5\%$) antara interaksi perlakuan P1, P2, dan P3 dan perlakuan I0, I1, I2, I3, I4, dan I5 terhadap bobot umbi kering eskip. Interaksi pada hasil rerata bobot umbi kering eskip akibat perlakuan pupuk anorganik dengan isolat bakteri endofit di tampilkan pada (Tabel 10) berikut.

Tabel 10. Interaksi antara Perlakuan Pupuk Anorganik Berbagai Taraf Dosis dengan Isolat Bakteri Endofit terhadap Bobot Umbi kering Eskip

Perlakuan	Bobot Umbi kering Eskip (g pot ⁻¹)		
	P1	P2	P3
I0	35,31 defg	45,34 ghij	42,38 fghij
I1	47,64 hij	48,65 ij	35,56 cdef
I2	37,33 defgh	37,62 efghi	33,00 cdef
I3	53,55 j	30,85 bcde	33,29 cdef
I4	20,98 ab	22,59 abc	26,14 abcd
I5	30,26 bcde	35,49 defg	16,47 a
KK = 6,44%			

Keterangan :

1. Angka-angka yang diikuti huruf kecil yang sama pada kolom dan baris yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata berdasarkan DMRT pada taraf 5%
2. **(P1)**: Dosis Pupuk Anorganik 25%; **(P2)**: Dosis Pupuk Anorganik 75%; **(P3)**: Dosis Pupuk Anorganik 100%; **(I0)**: Tanpa Isolat (Kontrol); **(I1)**: Isolat 5D.3.3; **(I2)**: Isolat II.5D.2.1; **(I3)**: Isolat II.2D.E.2; **(I4)**: Isolat II.3D.1.5; **(I5)**: Isolat S.2D.3.1

Data hasil interaksi kedua faktor perlakuan pada parameter bobot umbi kering eskip yang telah di sajikan pada (Tabel 10) diatas menunjukkan bahwa perlakuan dengan kode I3P1 memiliki hasil rerata bobot umbi kering eskip yang tertinggi yakni sebesar 53,55 g pot⁻¹. Hasil tersebut berbeda nyata dengan perlakuan kontrol yaitu perlakuan I0P1 (Kontrol + Dosis Pupuk Anorganik 25%) yang hanya memiliki rerata bobot umbi kering eskip sebesar 35,31 g pot⁻¹. Jika dibandingkan dengan I0P1 maka perlakuan I3P1 dapat meningkatkan rerata bobot kering tanaman bawang merah sebesar 51,66%. Hasil penelitian Suwandi *et al.* (2015), juga

menunjukkan hasil yang sama yakni perlakuan pemberian pupuk NPK $\frac{1}{2}$ dosis yang ditambah dengan POH dan pupuk organik menunjukkan hasil sama atau tidak berbeda nyata dengan perlakuan dengan pemberian pupuk NPK dengan dosis penuh dan ditambah dengan POH dan pupuk organik.

4.3.3. Bobot Basah Tanaman

Bobot basah tanaman menunjukkan status hara dari tanaman dan sangat tergantung dari laju fotosintesis dan respirasi. Semakin tinggi bobot basah tanaman menunjukkan bahwa pertumbuhan vegetatif tanaman berjalan dengan baik. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian pupuk anorganik berbagai taraf dosis tidak pengaruh nyata terhadap bobot basah tanaman. Sedangkan, faktor penginokulasian isolat bakteri endofit menunjukkan adanya pengaruh yang nyata terhadap bobot basah tanaman bawang merah. Interaksi antara perlakuan pupuk anorganik berbagai taraf dosis dengan isolat bakteri endofit juga menunjukkan pengaruh yang nyata antara interaksi perlakuan P1, P2, dan P3 dan perlakuan I0, I1, I2, I3, I4, dan I5 terhadap bobot basah tanaman bawang merah (Lampiran 9). Adapun tabel hasil interaksi antara pemberian perlakuan pupuk anorganik berbagai taraf dosis dengan isolat bakteri endofit terhadap bobot basah tanaman disajikan pada (Tabel 11).

Tabel 11. Interaksi antara Perlakuan Pupuk Anorganik Berbagai Taraf Dosis dengan Isolat Bakteri Endofit terhadap Bobot Basah Tanaman

Perlakuan	Bobot Basah Tanaman (g pot ⁻¹)		
	P1	P2	P3
I0	14,67 bcdef	11,97 abcd	18,79 ef
I1	20,09 f	16,03 cdef	10,97 abc
I2	13,80 bcde	16,49 cdef	12,09 abcd
I3	17,66 def	11,63 abc	15,80 bcdef
I4	7,84 a	10,18 ab	12,00 abcd
I5	14,94 bcdef	14,07 bcde	7,19 a

KK = 8,54%

Keterangan :

1. Angka-angka yang diikuti huruf kecil yang sama pada kolom dan baris yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata berdasarkan DMRT pada taraf 5%
2. (**P1**): Dosis Pupuk Anorganik 25%; (**P2**): Dosis Pupuk Anorganik 75%; (**P3**): Dosis Pupuk Anorganik 100%; (**I0**): Tanpa Isolat (Kontrol); (**I1**): Isolat 5D.3.3; (**I2**): Isolat II.5D.2.1; (**I3**): Isolat II.2D.E.2; (**I4**): Isolat II.3D.1.5; (**I5**): Isolat S.2D.3.1

Pada (Tabel 11) yang menunjukkan interaksi antar perlakuan pupuk anorganik berbagai taraf dosis dengan faktor isolat bakteri endofit menunjukkan bahwa, pada parameter bobot basah tanaman, perlakuan dengan kombinasi I1P1 (Isolat 5D 3.3 + Dosis Pupuk Anorganik 25%) menunjukkan hasil rerata bobot basah tanaman yang tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya yakni dengan rerata bobot basah tanaman sebesar 20,09 g pot⁻¹, yang mana hasil tersebut bila dibandingkan dengan rerata bobot basah tanaman kontrol I0P1 (Kontrol + Dosis Pupuk Anorganik 25%) maka menunjukkan terjadinya peningkatan rerata bobot basah tanaman sebesar 36,95%. Bobot basah tanaman mencerminkan hasil akumulasi senyawa organik yang dapat disintesis oleh tanaman ke organ-organ lainnya sehingga bobot basah tanaman juga ikut meningkat seiring dengan perkembangan organ-organ tanaman tersebut. Peningkatan bobot basah tanaman berkaitan dengan jumlah unsur hara yang berhasil diserap oleh tanaman. Menurut Putra *et al.* (2010), bobot basah tanaman dapat meningkat dikarenakan tanaman memperoleh hara yang cukup dan optimum sesuai dengan hara yang dibutuhkan oleh tanaman tersebut.

4.3.4. Bobot Kering Tanaman

Sejalan dengan hasil sidik ragam pada parameter bobot basah tanaman, hasil analisis sidik ragam pada variabel pengamatan bobot kering tanaman juga menunjukkan bahwa pemberian pupuk anorganik berbagai taraf dosis tidak menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap bobot kering tanaman (Lampiran 10). Adapun perlakuan isolat bakteri endofit menunjukkan adanya perbedaan yang nyata antara perlakuan I0, I1, I2, I3, I4, dan I5 terhadap bobot bobot kering tanaman bawang merah. Interaksi antara perlakuan pupuk anorganik berbagai taraf dosis dengan isolat bakteri endofit juga menunjukkan adanya pengaruh yang nyata antara interaksi perlakuan P1, P2, dan P3 dan perlakuan I0, I1, I2, I3, I4, dan I5 terhadap bobot kering tanaman bawang merah. Pada (Tabel 12) menunjukkan interaksi antara perlakuan pupuk anorganik berbagai taraf dosis dengan faktor isolat bakteri endofit menunjukkan bahwa pada parameter bobot kering tanaman perlakuan dengan kombinasi I3P1 (Isolat II.2D.E.2 + Dosis Pupuk Anorganik 25%) menunjukkan hasil rerata bobot kering tanaman yang tertinggi yakni sebesar 2,00 g

pot⁻¹. Selengkapnya tabel interaksi antara perlakuan pupuk anorganik berbagai taraf dosis dengan perlakuan bakteri endofit disajikan pada (Tabel 12).

Tabel 12. Interaksi antara Perlakuan Pupuk Anorganik Berbagai Taraf Dosis dengan Isolat Bakteri Endofit terhadap Bobot Kering Tanaman

Perlakuan	Bobot Kering Tanaman (g pot ⁻¹)		
	P1	P2	P3
I0	1,50 cdef	1,34 bcde	1,87 ef
I1	1,98 ef	1,68 def	1,19 abcd
I2	1,51 cdef	1,69 def	1,28 abcd
I3	2,00 f	1,20 abcd	1,67 def
I4	0,93 ab	1,06 abc	1,25 abcd
I5	1,46 bcdef	1,47 bcdef	0,78 a

KK = 7,57%

Keterangan :

1. Angka-angka yang diikuti huruf kecil yang sama pada kolom dan baris yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata berdasarkan DMRT pada taraf 5%
2. (P1): Dosis Pupuk Anorganik 25%; (P2): Dosis Pupuk Anorganik 75%; (P3): Dosis Pupuk Anorganik 100%; (I0): Tanpa Isolat (Kontrol); (I1): Isolat 5D.3.3; (I2): Isolat II.5D.2.1; (I3): Isolat II.2D.E.2; (I4): Isolat II.3D.1.5; (I5): Isolat S.2D.3.1

Jika dibandingkan dengan kontrol yaitu perlakuan I0P1 (Kontrol + Dosis Pupuk Anorganik 25%) maka perlakuan I3P1 dapat meningkatkan rerata bobot kering tanaman bawang merah sebesar 49,26%. Perlakuan dengan rerata bobot kering tanaman terendah terdapat pada perlakuan I5P3 yakni dengan rerata hanya sebesar 0,78 g pot⁻¹, yang mana perlakuan I3P1 menunjukkan peningkatan sebesar 156,41% jika di bandingkan dengan perlakuan I5P3 yang memiliki rerata bobot kering tanaman terendah dari semua perlakuan. Bobot kering tanaman mencerminkan akumulasi senyawa organik yang berhasil disintesis oleh tanaman selama pertumbuhannya dan mencerminkan status unsur hara suatu tanaman dan juga merupakan indikator yang menentukan baik tidaknya suatu pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Sitompul *et al.*, 2014).

4.3.5. Jumlah Umbi

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam terhadap jumlah umbi tanaman bawang merah (Lampiran 11), didapatkan hasil yakni perlakuan pupuk anorganik berbagai taraf dosis tidak menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap jumlah umbi, sejalan dengan hal tersebut, perlakuan isolat bakteri endofit juga tidak menunjukkan adanya pengaruh yang nyata pada tiap perlakuan terhadap jumlah umbi tanaman bawang merah. Dengan demikian interaksi antara faktor pemberian pupuk

anorganik berbagai taraf dosis dengan pengaplikasian isolat bakteri endofit juga tidak menunjukkan pengaruh yang nyata ($F_{hit} < F_{tabel} 5\%$). Berikut adalah (Tabel 13) yang menyajikan hasil rerata jumlah umbi tanaman bawang merah akibat perlakuan perlakuan pupuk anorganik berbagai taraf dosis dan perlakuan isolat bakteri endofit.

Tabel 13. Rerata Jumlah Umbi Akibat Perlakuan Pupuk Anorganik berbagai Taraf Dosis dan Perlakuan Isolat Bakteri Endofit

Kode	Perlakuan	Jumlah Umbi Pot ⁻¹
Taraf Dosis Pupuk Anorganik:		
P1	25% Dosis Pupuk Rekomendasi	9,33
P2	75% Dosis Pupuk Rekomendasi	9,11
P3	100% Dosis Pupuk Rekomendasi	8,11
		tn
Isolat Bakteri Endofit:		
I0	Kontrol	8,11
I1	Isolat 5D.3.3	9,11
I2	Isolat II.5D.2.1	9,00
I3	Isolat II.2D.E2	8,89
I4	Isolat II.3D.1.5	8,56
I5	Isolat S.2D.3.1	9,44
		tn

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf kecil yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata berdasarkan DMRT pada taraf 5%; TN (Tidak Nyata)

Hasil analisis ragam yang disajikan pada (Tabel 13) diatas menunjukkan bahwa perlakuan pupuk anorganik dan perlakuan isolat bakteri endofit sama-sama memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata terhadap jumlah umbi tanaman bawang merah. Hal tersebut diduga dapat terjadi karena pada fase pembentukan umbi, seluruh perlakuan menunjukkan perkembangan vegetatif yang sama khususnya pada parameter jumlah daun dan jumlah anakan sehingga menyebabkan tidak adanya perbedaan antar perlakuan yang satu dengan perlakuan lainnya. Hal ini sejalan dengan pernyataan Kusuma *et al.* (2013), yang menyatakan bahwa jumlah umbi yang dihasilkan pada tanaman bawang merah dipengaruhi oleh banyaknya jumlah daun dan jumlah anakan yang terbanyak. Hal tersebut dapat dibuktikan dari hasil analisis sidik ragam pada variabel jumlah daun (Lampiran 6 yang menunjukkan tidak adanya perbedaan yang nyata pada umur tanaman memasuki fase pembentukan hingga pematangan umbi yakni pada umur tanaman

36 – 56 HST. Selain itu dapat pula disebabkan oleh kurang maksimalnya penyerapan unsur hara yang dibutuhkan pada saat fase pembentukan umbi oleh tanaman yang bisa terjadi akibat akar tanaman bawang merah memiliki ukuran yang pendek sehingga pupuk anorganik yang diberikan ke dalam tanah sulit dijangkau oleh perakaran tanaman bawang merah (Sumiati, 2004).

4.4. Pengaruh Perlakuan terhadap Serapan N dan P Tanaman Bawang Merah

4.4.1. Serapan N

Hasil sidik ragam dengan adanya perlakuan pemberian pupuk anorganik berbagai taraf dosis menunjukkan hasil yakni adanya pengaruh yang nyata antara perlakuan P1, P2 dan P3 terhadap serapan N tanaman bawang merah (Lampiran 12). Namun pada perlakuan pengaplikasian isolat bakteri endofit tidak menunjukkan adanya pengaruh yang nyata antara perlakuan I0, I1, I2, I3, I4, dan I5 terhadap serapan N. Hasil perbandingan interaksi antar perlakuan pada faktor P dan faktor I menunjukkan adanya pengaruh yang nyata antara interaksi perlakuan P1, P2, dan P3 dan perlakuan I0, I1, I2, I3, I4, dan I5 terhadap serapan N. Interaksi antara perlakuan pupuk anorganik berbagai dosis dengan isolat bakteri endofit terhadap nilai serapan N tanaman bawang merah disajikan pada (Tabel 14) berikut ini:

Tabel 14. Interaksi antara Perlakuan Pupuk Anorganik Berbagai Taraf Dosis dengan Isolat Bakteri Endofit terhadap Serapan N Tanaman

Perlakuan	Serapan N Tanaman (g pot ⁻¹)		
	P1	P2	P3
I0	4,36 def	2,59 ab	5,11 fg
I1	6,15 g	4,52 ef	2,20 a
I2	3,81 bcdef	4,47 ef	3,23 abcde
I3	4,73 efg	3,49 abcde	4,27 cdef
I4	2,65 ab	2,83 abcd	4,07 bcdef
I5	4,26 cdef	3,90 bcdef	2,80 abc
KK = 8,05%			

Keterangan :

1. Angka-angka yang diikuti huruf kecil yang sama pada kolom dan baris yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata berdasarkan DMRT pada taraf 5%
2. (P1): Dosis Pupuk Anorganik 25%; (P2): Dosis Pupuk Anorganik 75%; (P3): Dosis Pupuk Anorganik 100%; (I0): Tanpa Isolat (Kontrol); (I1): Isolat 5D.3.3; (I2): Isolat II.5D.2.1; (I3): Isolat II.2D.E.2; (I4): Isolat II.3D.1.5; (I5): Isolat S.2D.3.1

Berdasarkan (Tabel 14) diatas, diketahui bahwa perlakuan dengan kode IIP1 (Isolat 5D.3.3 + Dosis Pupuk Anorganik 25%) menunjukkan hasil rerata serapan N yang tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Nilai serapan N yang dimiliki perlakuan IIP1 adalah sebesar 6,15 g pot⁻¹. Hasil tersebut cukup berbeda jauh dengan perlakuan kontrol dengan pemberian dosis pupuk anorganik yang sama yakni perlakuan IOP1 (Kontrol + Dosis Pupuk Anorganik 25%) yang memiliki rerata serapan N tanaman sebesar 4,26 g pot⁻¹. Jika dibandingkan dengan perlakuan kontrol tersebut maka perlakuan IIP1 dapat meningkatkan rerata serapan N tanaman bawang merah sebesar 44,37%. Masnanto (2006), menyatakan bahwa pemupukan Nitrogen pada bawang merah di lahan sawah sampai dosis 200 kg ha⁻¹ berpengaruh nyata terhadap serapan N tanaman. Pada (Tabel 14) diatas juga diketahui bahwa hasil serapan nitrogen terendah diperoleh pada perlakuan IIP3 (Isolat 5D.3.3 + Dosis Pupuk Anorganik 100%). Hasil ini lebih rendah dibandingkan dengan kontrol dengan dosis pupuk yang sama (IOP3), hal tersebut diduga terjadi karena Nitrogen didalam tanah hilang akibat proses pencucian sebelum dimanfaatkan oleh tanaman, sehingga serapan Nitrogen oleh tanaman juga berkurang. Sistem perakaran tanaman bawang merah yang dangkal juga diduga menyebabkan tanaman bawang merah kurang optimum dalam menyerap unsur hara khususnya unsur hara N.

4.4.2. Serapan P

Unsur hara P yang diserap oleh tanaman bergantung pada ketersediaan P dalam tanah. Hasil analisis ragam pada parameter serapan P tanaman menunjukkan bahwa perlakuan pemberian pupuk anorganik berbagai taraf dosis tidak berpengaruh nyata. Berbeda dengan perlakuan isolat bakteri endofit yang menunjukkan adanya pengaruh yang nyata terhadap serapan P tanaman bawang merah. Hasil perbandingan interaksi antar perlakuan pada faktor pemberian pupuk anorganik berbagai taraf dosis dan faktor pengaplikasian isolat bakteri endofit juga menunjukkan adanya pengaruh yang nyata terhadap nilai serapan P tanaman bawang merah (Lampiran 13). Hasil interaksi pada (Tabel 15) menunjukkan bahwa perlakuan dengan kombinasi perlakuan I2P2 (Isolat II.5D.2.1 + Dosis Pupuk Anorganik 75%) menunjukkan hasil rerata serapan P yang tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Berikut ditampilkan (Tabel 15) yang memuat hasil analisis

interaksi antara perlakuan perlakuan pupuk anorganik berbagai taraf dosis dengan perlakuan isolat bakteri endofit setelah dilakukan perlakuan:

Tabel 15. Interaksi antara Perlakuan Pupuk Anorganik Berbagai Taraf Dosis dengan Isolat Bakteri Endofit terhadap Serapan P Tanaman

Perlakuan	Serapan P Tanaman (g pot ⁻¹)		
	P1	P2	P3
I0	0,21 def	0,16 abcde	0,26 fgh
I1	0,29 gh	0,24 efgh	0,13 abc
I2	0,18 bcde	0,30 h	0,15 abcd
I3	0,22 defg	0,19 cdef	0,23 efgh
I4	0,11 ab	0,16 abcde	0,17 abcde
I5	0,19 cdef	0,16 abcde	0,10 a
KK = 7,97%			

Keterangan :

1. Angka-angka yang diikuti huruf kecil yang sama pada kolom dan baris yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata berdasarkan DMRT pada taraf 5% ; HST (Hari Setelah Tanam).
2. (P1): Dosis Pupuk Anorganik 25%; (P2): Dosis Pupuk Anorganik 75%; (P3): Dosis Pupuk Anorganik 100%; (I0): Tanpa Isolat (Kontrol); (I1): Isolat 5D.3.3; (I2): Isolat II.5D.2.1; (I3): Isolat II.2D.E.2; (I4): Isolat II.3D.1.5; (I5): Isolat S.2D.3.1

Nilai serapan P yang dimiliki perlakuan I2P2 adalah sebesar 0,30 g pot⁻¹. Hasil tersebut berbeda jauh dengan perlakuan kontrol dengan pemberian dosis pupuk anorganik yang sama yakni perlakuan I0P2 (Kontrol + Dosis Pupuk Anorganik 75%) yang memiliki rerata serapan P tanaman sebesar 0,16 g pot⁻¹. Jika dibandingkan dengan perlakuan kontrol, maka perlakuan I2P2 dapat meningkatkan rerata serapan P tanaman bawang merah sebesar 87,5%. Adapun perlakuan dengan hasil serapan P terendah terdapat pada perlakuan I5P3 yakni dengan rerata hasil serapan P tanaman nya sebesar 0,10 g pot⁻¹. Jika dibandingkan dengan perlakuan I5P3 tersebut, maka perlakuan I2P2 dapat menunjukkan adanya peningkatan serapan P tanaman sebesar 200%. Tidak ada unsur hara lain yang dapat menggantikan fungsi P di dalam tanaman sehingga tanaman harus mendapatkan P yang cukup untuk meningkatkan perkembangan akar dan kandungan karbohidrat tanaman yang akhirnya meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman (Singh *et al.*, 2000). Bakteri endofit yang dapat melarutkan fosfat (BPF) menyekresikan enzim fosfatase dan fitase yang dapat memutus fosfat terikat oleh senyawa-senyawa organik sehingga meningkatkan serapan P oleh tanaman (Mehrvarz dan Chaichi, 2008).

4.5. Pembahasan Umum

Hasil yang ditunjukkan oleh tabel korelasi (Lampiran 14) menunjukkan adanya hubungan positif yang kuat antara serapan N dengan bobot basah tanaman bawang merah, dimana semakin banyak serapan N yang diserap oleh tanaman maka akan diikuti dengan meningkatnya nilai bobot basah tanaman bawang merah. Hubungan antara keduanya memiliki nilai $r = 0,8203^*$. Sedangkan untuk bobot kering tanaman juga menunjukkan hasil yang berkorelasi positif dan berhubungan kuat dengan serapan N tanaman yakni dengan nilai $r = 0,7372^*$. Adapun hubungan antara serapan N dengan bobot basah umbi bawang merah menunjukkan positif namun dengan korelasi yang rendah yakni dengan $r = 0,3485^*$.

Hubungan yang kuat juga ditunjukkan antara serapan P dengan bobot basah tanaman bawang merah dengan nilai $r = 0,819^*$ dan menunjukkan hubungan yang cukup lemah dengan bobot basah umbi dengan nilai $r = 0,4481^*$. Serapan P tanaman juga menunjukkan adanya korelasi positif yang kuat dengan nilai bobot kering tanaman yakni dengan nilai $r = 0,7484^*$. Bobot kering tanaman itu sendiri digunakan untuk mengetahui besar serapan hara N maupun P pada tanaman.

Dwi (2008), menyatakan bahwa peningkatan serapan N tanaman berhubungan dengan peningkatan berat kering tajuk, perbaikan perkembangan akar dan peningkatan ketersediaan N tanah. Ketersediaan N yang cukup dalam tanah akan mempengaruhi peningkatan serapan N oleh akar tanaman sehingga akan mempengaruhi biomassa tanaman. Sejalan dengan pernyataan diatas, Sudartiningsih *et al.* (2002), juga mengemukakan bahwa semakin banyak nitrogen yang diserap tanaman, daun akan tumbuh lebih lebar sehingga proses fotosintesis berjalan lancar dan biomassa total tanaman menjadi lebih banyak.

Efektivitas perlakuan perlakuan pupuk anorganik berbagai taraf dosis yang dikombinasikan dengan isolat bakteri endofit efektif menunjukkan bahwa beberapa perlakuan dapat meningkatkan hasil dan serapan unsur hara N dan P tanaman bawang merah. Hasil efektivitas perlakuan terhadap bobot basah umbi, bobot basah tanaman serta terhadap serapan N dan P tanaman bawang merah disajikan pada (Tabel 15) berikut:

Tabel 15. Tabulasi Efektivitas Perlakuan Pupuk Anorganik Berbagai Taraf Dosis dan Perlakuan Isolat Bakteri Endofit

Perlakuan	Tinggi (cm pot ⁻¹)	Efektivitas (%)	BB Umbi (g pot ⁻¹)	Efektivitas (%)	Serapan N (g pot ⁻¹)	Efektivitas (%)	Serapan P (g pot ⁻¹)	Efektivitas (%)
I0P3	39,58	-	49,02	-	5,11	-	0,26	-
I0P1	37,18	-6,06	40,40	-17,58	4,36	-14,68	0,21	-19,23
I0P2	43,65	10,28	51,44	4,94	2,58	-49,51	0,16	-38,46
I1P1	40,79	3,06	54,13	10,42	6,15	20,35	0,30	15,38
I2P1	38,76	-2,07	42,47	-13,36	3,81	-25,44	0,18	-30,77
I3P1	43,03	8,72	61,89	26,25	4,73	-7,44	0,22	-15,38
I4P1	33,28	-15,91	25,03	-48,94	2,65	-48,14	0,11	-57,69
I5P1	35,21	-11,04	35,71	-27,15	4,26	-16,63	0,19	-26,92
I1P2	42,41	7,15	55,50	13,22	4,52	-11,55	0,24	-7,69
I2P2	39,52	-0,15	44,46	-9,30	4,47	-12,52	0,30	15,38
I3P2	37,34	-5,66	35,57	-27,44	3,49	-31,70	0,19	-26,92
I4P2	36,54	-7,68	26,40	-46,14	2,83	-44,62	0,16	-38,46
I5P2	39,96	0,96	40,75	-16,87	3,90	-23,68	0,16	-38,46
I1P3	39,76	0,45	40,75	-16,87	2,20	-56,95	0,13	-50,00
I2P3	34,94	-11,72	37,90	-22,68	3,23	-36,79	0,15	-42,31
I3P3	38,39	-3,01	42,58	-13,13	4,26	-16,63	0,23	-11,54
I4P3	34,91	-11,80	30,48	-37,82	4,08	-20,16	0,18	-30,77
I5P3	33,81	-14,58	19,13	-60,97	2,80	-45,20	0,10	-61,54

Keterangan :

(P1): Dosis Pupuk Anorganik 25%; (P2): Dosis Pupuk Anorganik 75%; (P3): Dosis Pupuk Anorganik 100%; (I0): Tanpa Isolat (Kontrol); (I1): Isolat 5D.3.3; (I2): Isolat II.5D.2.1; (I3): Isolat II.2D.E.2; (I4): Isolat II.3D.1.5; (I5): Isolat S.2D.3.1; BB: Bobot Basah

Hasil efektivitas tiap perlakuan pada parameter tinggi, bobot basah umbi serta serapan N dan P tanaman diperoleh dari hasil perhitungan efektivitas agronomis perlakuan menurut Bertham (2006). Adapun hasil efektivitas yang ditampilkan pada (Tabel 15) diperoleh dari hasil perbandingan dengan kontrol I0P3 (Tanpa Isolat + Dosis Pupuk Anorganik 100%). Pada parameter tinggi tanaman, menunjukkan bahwa perlakuan dengan efektivitas yang paling tinggi terdapat pada perlakuan I0P2 (Tanpa Isolat + Dosis Pupuk Anorganik 75%) dengan efektivitas sebesar 10,28%. Meskipun, perlakuan kontrol I0P2 menunjukkan efektivitas yang tertinggi, perlakuan I3P1 (Isolat II.2D.E.2 + Dosis Pupuk Anorganik 25%) dapat menunjukkan efektivitas yang cukup tinggi yakni sebesar 8,72% dan hampir mendekati nilai efektivitas perlakuan I0P2 walaupun dalam kondisi dosis pupuk yang lebih rendah. Hasil efektivitas pada parameter bobot basah umbi ini menunjukkan bahwa perlakuan I3P1 (Isolat II.2D.E.2 + Dosis Pupuk Anorganik 25%) menunjukkan hasil efektivitas yang paling tinggi jika dibandingkan dengan

kontrol dengan dosis pupuk penuh (I0P3) serta dengan perlakuan lainnya yakni dengan nilai efektivitas perlakuannya sebesar 26,25%.

Efektivitas serapan N tanaman menunjukkan hasil yaitu perlakuan I1P1 (Isolat 5D.3.3 + Dosis Pupuk Anorganik 25%) memiliki nilai efektivitas perlakuan yang tertinggi yakni sebesar 20,35% dibandingkan kontrol I0P3 serta perlakuan lainnya. Adapun pada parameter serapan P, perlakuan I1P1 (Isolat 5D.3.3 + Dosis Pupuk Anorganik 25%) dan I2P2 (Isolat II.5D.2.1 + Dosis Pupuk Anorganik 75%) merupakan perlakuan dengan nilai efektivitas perlakuan yang tertinggi yakni sama-sama sebesar 15,38%. Meskipun secara keseluruhan serapan P pada tanaman bawang merah cukup rendah namun dapat dilihat pada (Tabel 15) bahwa perlakuan isolat yang dikombinasikan dengan dosis pupuk yang lebih rendah dari dosis pupuk penuh dapat menunjukkan hasil serapan P yang lebih baik. Hal tersebut dapat dipengaruhi oleh penurunan aktivitas bakteri endofit akibat penggunaan dosis pupuk yang tinggi (Seghers *et al.*, 2004). Selain itu, dapat pula dipengaruhi oleh keserasian antara bakteri endofit dengan tanaman inangnya.

Hasil analisis sidik ragam pada seluruh parameter pengamatan menunjukkan hasil yaitu bahwa perlakuan pemberian pupuk anorganik berbagai taraf dosis serta perlakuan penginokulasian isolat bakteri endofit menunjukkan interaksi yang nyata pada parameter jumlah daun pada umur 28 HST, parameter bobot basah dan umbi kering eskip, parameter bobot basah dan kering tanaman serta pada parameter serapan N dan P tanaman bawang merah. Dari hasil analisis diketahui bahwa, perlakuan isolat bakteri endofit yang dikombinasikan dengan dosis pupuk yang lebih rendah menunjukkan pertumbuhan yang lebih baik dibandingkan perlakuan isolat bakteri endofit dengan dosis pupuk yang lebih tinggi pada parameter jumlah daun, bobot basah umbi, bobot umbi kering eskip, pada parameter bobot basah dan kering tanaman serta pada parameter serapan N dan P

Pada parameter jumlah daun, diketahui bahwa perlakuan I2P1 dapat menunjukkan hasil rerata jumlah daun yang tertinggi meskipun menggunakan taraf dosis pupuk yang rendah. Hal tersebut diduga terjadi karena bakteri endofit memiliki kemampuan dalam menambat N_2 udara, sehingga bakteri endofit mampu mengurangi penggunaan pupuk N anorganik. Hal tersebut sejalan dengan

pernyataan Suwahyono (2011) yang mengemukakan bahwa bakteri endofit yang diaplikasikan pada tanaman mampu mengikat nitrogen dari udara, melarutkan P yang terikat di dalam tanah, memecah senyawa organik kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana, dan memacu pertumbuhan tanaman. Selain itu, lebih tingginya hasil rerata jumlah daun tanaman yang diberi perlakuan isolat bakteri endofit dan pupuk yang lebih rendah diduga dapat terjadi karena berkurangnya populasi bakteri endofit didalam tanah. Pemupukan N yang tinggi dapat menekan pertumbuhan endofit di bandingkan dengan pemupukan N yang rendah. Hal ini diduga karena kandungan N yang tinggi menyebabkan perubahan pada fisiologi tanaman sehingga mengurangi kandungan sukrosa tanaman yang di butuhkan oleh bakteri endofit sebagai sumber karbon (Seghers *et al.*, 2004).

Pada parameter bobot basah umbi serta bobot umbi kering eskip juga menunjukkan bahwa perlakuan I3P1 (Isolat II.2D.E2 + Dosis Pupuk Anorganik 25%) dapat meningkatkan bobot basah umbi meskipun dosis pupuk anorganik yang diberikan lebih rendah dibandingkan perlakuan yang diberi dosis pupuk anorganik lebih tinggi. Hal dapat disebabkan oleh efisiensi serapan hara tanaman yang ditingkatkan oleh penginokulasian isolat bakteri endofit isolat II.2D.E.2. Tanaman yang diberi dosis pupuk lebih tinggi belum tentu menunjukkan hasil bobot umbi yang lebih tinggi, hal ini dikarenakan tanaman belum dapat memaksimalkan penyerapan unsur hara didalam tanah, disamping itu, bawang merah memiliki perakaran yang pendek sehingga meskipun jumlah pupuk yang diberikan mencukupi atau bahkan telah berlebih, namun pengaruhnya terhadap pertumbuhan dan hasil umbi bawang merah tidak maksimal. Hal ini karena pupuk yang diberikan tidak diserap secara efisien oleh tanaman bawang merah akibat perakaran bawang merah yang berukuran pendek, sehingga pupuk NPK yang diberikan di sekitar perakaran sulit terjangkau (Sumiati, 2004).

Pada (Tabel 14) menunjukkan bahwa pada kondisi dosis pupuk yang rendah, perlakuan I1P1 mampu meningkatkan rerata hasil serapan N tanaman bawang merah. Hal tersebut diduga terjadi karena bakteri mampu menambat nitrogen dan mengubahnya menjadi bentuk yang tersedia bagi tanaman. Menurut Freire (1984) dalam Widawati (2015), keberhasilan penambatan N_2 udara oleh bakteri, tergantung pada interaksi antara beberapa faktor, yaitu keserasian galur dengan

tanaman inang, kemampuan berkompetisi dengan bakteri indigenous, kemampuan tanaman inang untuk menyediakan nutrisi bagi bakteri yang bersimbiosis dengannya, serta kondisi lingkungan terutama semua faktor pembatas dalam tanah, seperti ketersediaan hara makro, mikro, kelembaban tanah, pH, dan suhu. Pada hasil analisis tanah awal (Tabel 5) menunjukkan bahwa tanah andisol yang digunakan memiliki pH 6,8 (netral), hal tersebut menunjukkan bahwa bakteri endofit mampu tumbuh secara optimal sehingga dapat membantu dalam peningkatan unsur hara nitrogen bagi tanaman. Menurut Syekhfani (2009), unsur nitrogen dan karbon digunakan mikroorganisme untuk sumber energi dan hara, karbon digunakan untuk sumber energi dan nitrogen untuk pembentukan sel. Di bawah pH 5,5 aktifitas bakteri berkurang. Pertumbuhan optimum terjadi pada suhu 25 – 30 °C dengan kisaran pH 6,8 - 7 (Simanungkalit *et al.*, 2006).

Diketahui pula, bahwa perlakuan I2P2 (Isolat II.5D.2.1 + Dosis Pupuk Anorganik 75%) memiliki rerata hasil serapan P yang tertinggi meskipun dalam kondisi dosis pupuk yang sedikit lebih rendah dibanding perlakuan dengan dosis pupuk penuh. Pemberian pupuk P yang tinggi pada Andisol tidak menjamin ketersediaan P yang tinggi pula bagi tanaman, karena efisiensinya yang rendah yaitu 10-20% (Hawkes *et al.*, 2007). Isolat bakteri endofit yang berperan sebagai pelarut fosfat (BPF) menyekresikan enzim fosfatase yang dapat memutus fosfat yang terikat oleh senyawa-senyawa organik sehingga meningkatkan serapan P oleh tanaman. Mikroba pelarut fosfat dapat mensubstitusi sebagian atau keseluruhan kebutuhan tanaman akan pupuk P. Unsur fosfat merupakan salah satu unsur makro yang dibutuhkan oleh tanaman dalam mendukung pertumbuhannya pada fase vegetatif sehingga dapat meningkatkan bobot pada tanaman (Fitriatin *et al.*, 2009).

Ketersediaan unsur hara P juga dipengaruhi oleh pH tanah. Menurut Hardjowigeno (2003), faktor yang mempengaruhi ketersediaan P di dalam tanah agar dapat diserap oleh tanaman yang terpenting adalah pH tanah. P paling mudah diserap oleh tanaman pada pH sekitar netral (6-7). Adapun keberhasilan bakteri dalam melarutkan fosfat bergantung pada temperatur, kelembaban, pH, suplai makanan, dan kondisi lingkungan selama pertumbuhan bakteri seperti salinitas (Shrivastava dan Kumar, 2014).

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

1. Isolat bakteri endofit efektif dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman bawang merah yang ditunjukkan dengan efektivitas sebesar 8,72% terhadap rerata tinggi tanaman, begitupun pada hasil tanaman yang ditunjukkan dengan efektivitas sebesar 26,25% pada rerata bobot basah umbi serta efektif dalam meningkatkan serapan N dan P tanaman masing-masing 20,35% dan 15,38%.
2. Terdapat interaksi yang nyata antara perlakuan isolat bakteri endofit dengan perlakuan pupuk anorganik berbagai taraf dosis terhadap rerata jumlah daun tanaman pada 28 HST, bobot basah umbi, bobot kering umbi eskip, bobot basah tanaman, bobot kering tanaman serta pada serapan N dan P tanaman bawang merah.
3. Kombinasi perlakuan isolat bakteri endofit dengan dosis pupuk yang lebih rendah menunjukkan hasil lebih baik dibandingkan dengan tanaman yang diinokulasi bakteri endofit dengan dosis pupuk yang lebih tinggi. Secara umum kombinasi perlakuan I1P1 (Isolat 5D.3.3 + Dosis Pupuk Anorganik 25%) dan I3P1 (Isolat II.2D.E.2 + Dosis Pupuk Anorganik 25%) adalah perlakuan yang paling efektif dalam meningkatkan rerata jumlah daun, bobot basah dan kering umbi, bobot basah dan kering tanaman serta pada parameter serapan N dan P tanaman bawang merah dibandingkan tanaman yang diberi dosis pupuk yang lebih tinggi.

5.2. Saran

Perlu diadakan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh perlakuan pupuk anorganik berbagai taraf dosis dengan perlakuan inokulasi bakteri endofit terhadap jumlah populasi bakteri endofit pada tanah dan pengaruh perlakuan terhadap penurunan retensi P pada tanah Andisol. Selain itu perlu juga dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai bagaimana pengaruh perlakuan pada kondisi lingkungan yang tidak terkontrol atau pada kondisi dilapang secara langsung.

DAFTAR PUSTAKA

- Aly, A.H., Debbab, A., dan Proksch, P. 2011. Fungal endophytes: unique plant inhabitants with great promises. *Appl Microbiol Biotechnol.* Vol. 90: 1829–1845
- Avivi. 2005. Efek Aplikasi *Synechococcus* sp. pada Daun dan Pupuk NPK terhadap Parameter Agronomis Kedelai. *Buletin Agronomi.* Vol. 33(3): 17–23.
- Azmi, C., Hidayat, I.M., dan Wiguna, G. 2016. Pengaruh Varietas Dan Ukuran Umbi Terhadap Produktivitas Bawang Merah. *Jurnal Hortikultura.* Vol. 21(3): 206–213.
- Balittanah. 2009. Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk. Balai Penelitian Tanah. Bogor. Jawa Barat.
- Basuki, R.S., Nur, K., Asma, S., dan Idha, W.A. 2017. Studi Adopsi Varietas Bawang Merah Bima Brebes dari Balitsa di Kabupaten Brebes. *J. Hort.* Vol. 27(2): 261-268
- Bashan, L.E., Bashan, Y. 2005. Bacteria: Plant Growth-Promoting Soil. di dalam Hillel D, Editor. *Encyclopedia of Soil in Environment* Vol 1. Oxford (US): Elsevier. 103-115.
- BBSDLP. 2014. Tanah Andisol di Indonesia. Kementrian Pertanian: Bogor. Hal: 66.
- _____. 2017. Peta Jenis Tanah Indonesia Digital. Bogor.
- Bertham, Y.H. 2006. Pemanfaatan CMA dan Bradyrhizobium pada tiga varietas kedelai pada Sistem Agroforestri di Ultisol. IPB Press. Bogor
- Buntoro, B.H., Rogomulyo R., dan Trisnowati S. 2014. Pengaruh Takaran Pupuk Kandang dan Intensitas Cahaya Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Temu Putih (*Curcuma zedoaria* L.). *Vegatalika.* Vol. 3(4): 29-39.
- Campbell, N.A., dan Reece, J.B. 2003. *Biology* Jilid 2 Edisi Kelima. Terjemahan Wasmen Manalu. Penerbit Erlangga: Jakarta.
- Chairunnisa, C., Hanum, H., dan Mukhlis. 2013. Peran Beberapa Bahan Silikat (Si) dan Pupuk Fosfat (P) dalam Memperbaiki Sifat Kimia Tanah Andisol dan Pertumbuhan Tanaman. *Jurnal Online Agroekoteknologi.* Vol. 1(3): Hal 739.
- Desriani, U., Maharaniq, S.P., Bintang M., Rivai A., dan Lisdiyanti P. 2014. Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Endofit dari Tanaman Binahong dan Ketepeng China. *Jurnal Kesehatan Andalas:* Vol. 3(2): 90-91.
- Direktorat Pangan dan Pertanian. 2014. Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) Bidang Pangan Dan Pertanian 2015-2019. Bappenas. Jakarta Pusat.
- Dwi, A. 2008. Uji Efektivitas Pupuk Organik Hayati (Bio-Organic Fertilizer) dalam Mensubstitusi Kebutuhan Pupuk pada Tanaman Caisim (*Brassica chinensis*). IPB Press. Bogor
- Elsheikh, M.A., Matsue N., Henmi, T. 2009. Effect of Si/Al ratio allophane on competitive adsorption of phosphate and oxalate. *Int. J. Soil Sci.* Vol. 4: 1-13.

- Fiantis, D., Hakim N., Van Ranst E. 2005. Properties and utilization of Andisol in Indonesia. *J. Integrated Field*. Vol. 2: 29-37.
- Firmansyah, I., Liferdi., Khaririyatun, N., dan Yufdy, MP. 2015. Pertumbuhan dan Hasil Bawang Merah dengan Aplikasi Pupuk Organik dan Pupuk Hayati pada Tanah Alluvial. *Jurnal Hortikultura*. Vol. 25(2): 133-141. Balitsa: Bandung.
- Fitriatin, B. M., Yuniarti, A., O. Mulyani., Fauziah, F. S., dan Tiara, M. D. 2009. Pengaruh Mikroba Pelarut Fosfat dan Pupuk P terhadap P Tersedia, Aktivitas Fosfatase, P Tanaman dan Hasil Padi Gogo pada Ultisol. *J. Agric*. Vol. 20(3): 210-215.
- Glick, B.R. 2012. Plant growth-promoting bacteria: mechanisms and applications [ulasan]. *Scientifica*. 1-15.
- Google Earth. 2018. Peta Desa Cinisti, Kab. Garut, Jawa Barat. Diakses tanggal 13 Juli 2018.
- Hallmann, J., Berg, G. 2006. Spectrum and population dynamics of bacterial root endophytes. Dalam: Schulz BC, Boyle, Sieber T, editor. *Soil biology Microbial root endophytes*. Vol. 9. Berlin Heidelberg (DE): Springer-Verlag. 15-31.
- Hardjowigeno, S. 2003. *Klasifikasi Tanah dan Pedogenesis*. Akademika Pressindo. Bogor.
- Harni, R., Sinaga, S., Mustika, I. 2007. Pemanfaatan bakteri endofit untuk mengendalikan nematoda peluka akar (*Pratylenchus brachyurus*) pada tanaman nilam. *J HAYATI J Biosci*. Vol. 14(1): 7-12.
- Harni, R. dan Ibrahim, M.S.D. 2011. Potensi Bakteri Endofit Menginduksi Ketahanan Tanaman Lada terhadap Infeksi *Meloidogyne incognita*. Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri. *J Littri*. Vol. 17 : 118-123.
- Haryanto, Kartini dan Anwar A.H.S. 2012. Pengaruh Kombinasi Dosis Pupuk Kandang Ayam dan SP 18 terhadap Pertumbuhan dan Hasil Bawang Daun Pada Andosol. *Prosiding Seminar Nasional*. 27-28 Nopember 2012. Purwokerto.
- Hawkes, C.V., DeAngelis, K.M., Firestone, M.K.. 2007. Root Interactions with Soil Microbial Communities and Processes. p. 1-30. In Cordon, Z.G., J.L. Whitbeck. (Eds.). *The Rhizosphere: An Ecological Perspective*. Academic Press, New York.
- Ikeda, H. 1991. Utilization of Nitrogen by vegetable Crops. *JARQ*. 117-124.
- Kementan. 2015. *Statistik Produksi Hortikultura Tahun 2014*. Direktorat Jenderal Hortikultura, Kementerian Pertanian. Jakarta.
- _____. 2017. *Statistik Pertanian Tahun 2017*. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Kementerian Pertanian. Jakarta
- Khairani, G. 2009. Isolasi dan Uji Kemampuan Bakteri Endofit Penghasil Hormon IAA (Indole Acetic Acid) dari Akar Tanaman Jagung. *USU Press*: Medan.

- Khan, Z., Doty, S.L. 2009. Characterization of Bacterial Endophytes of Sweet Potato Plants. *Plant Soil*. Vol. 322 (1-2):197–207.
- Kobayashi, D.Y. and Palumbo, J.D. 2000. Bacterial Endophytes and Their Effects on Plants and Uses in Agriculture. Bacon, C.W. and White, J.F. Jr., Eds., Marcel Dekker, New York.
- Kusuma, A.A. 2013. Adaptasi beberapa Varietas Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) pada dataran rendah dengan pemberian pupuk kandang dan NPK. *Jurnal Online Agroteknologi*. Vol. 1(4): 2337-6597.
- Kutschera, U. 2007. Plant-Associated Methylobacteria as Co-Evolveg Phytosymbionts Institute of Biology. University of Kassel; Heinrich-Plett-Str. Vol. 40: 34109.
- Lana, W. 2010. Pengaruh Dosis Pupuk Kandang Sapi dan Berat Benih Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.). J. Ganec Swara, 86-90.
- Malfanoya, N.V. 2010. Endophytic bacteria with plant growth promoting and biocontrol abilities. Leiden (NL): Leiden University.
- Masnanto, A. 2006. Pengaruh Jarak Tanam dan Dosis Urea Terhadap Pertumbuhan, Hasil dan Kualitas Umbi Bibit Bawang Merah (*Allium cepa* L. Aggregatum group). Tesis S2 Sekolah Pascasarjana UGM. Yogyakarta.
- Mehrvarz, S., Chaichi, M.R. 2008. Effect of phosphate solubilizing microorganisms and phosphorus chemical fertilizer on forage and grain quality of barley (*Hordeum vulgare* L.). *American-Eurasian J.Agric. Environ*. Vol. 3: 855-860.
- Munif A., Wibowo, A.R., Herliyana, E.N. 2015. Bakteri endofit dari tanaman kehutanan sebagai pemacu pertumbuhan tanaman tomat dan agens pengendali *Meloidogyne* sp. *J Fitopatol Indones*. Vol. 11(6):179-186.
- Munir, M. 1996. Tanah-Tanah Utama Indonesia: Karakteristik, Klasifikasi dan Pemanfaatannya. Pustaka Jaya. Jakarta.
- Ngoma, L., Boipelo E., Olubukola, O.B. 2013. Isolation And Characterization Of Beneficial Indigenous Endophytic Bacteria For Plant Growth Promoting Activity In Molelwane Farm, Mafikeng, South Africa. *African Journal Of Biotechnology*. Vol 12(26): 4110-4112.
- Nurhidayati. 2017. Kesuburan dan Kesehatan Tanah. Penerbit Intimedia. Malang.
- Pracaya. 2002. Bertanam Sayuran Organik di Kebun dan Pot. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Priyantono, E., Purwanto, Y.A. dan Sobir. 2016. Penyimpanan Dingin Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) Varietas Bima Brebes, Tajuk dan Bali Karet. *Warta IHP*. Vol. 33(1): 32-38.
- Putra, E., Sudirman, A., Sudirman, A., dan Indrawati, W. 2016. Pengaruh Pupuk Organik pada Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.) Varietas GMP 2 dan GMP 3. *Jurnal Agro Industri Perkebunan*. Vol. 4(2): 66.

- Puslittanak. 2000. Sumberdaya Lahan Indonesia dan Pengelolaannya. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian. Bogor. 169-172.
- Rukmana, R. 1995. Bawang Daun. Penerbit Kanisiuns. Yogyakarta.
- Seghers, D., Wittebolle, L., Top, E.M., Verstmeye, W., Siciliano, S.D. 2004. Impact of agricultural practices on the *Zea mays* L. endophytic community. Appl Environ Microbiol. Vol. 70(3):1475-1482.
- Shi, Y., Lou, K., dan Li, C. 2009. Promotion of plant growth by phytohormone-producing endophytic mirrobs of sugar. Biol. Fertil. Soils. Vol. 45: 645-653.
- Shrivastava, P., dan Kumar, R.. 2014. A Serious Environmental Issue and Plant Growth Promoting Bacteria as One of The Tools for its Alleviation. Saudi Journal of Biological Sciences. Vol. 22: 123–131.
- Singh, Kumar, J.V., Singh, A. 2000. Influence of phosphorus on growth and yield of onion (*Allium cepa* L.). Indian. J. Agric.Res. Vol. 34(1): 51-54.
- Simanungkalit, R.D.M., Saraswati, R. Hastuti, R.D., Husen, E. 2006. Aplikasi Pupuk Hayati dan Pupuk Kimia Suatu Pendekatan Terpadu. Agro Bio. 4 (2): 25-50.
- Sitompul, Hendrikson, F., Simanungkalit, T., dan Marwani, L. 2014. Respon Pertumbuhan Bibit Kakos (*Theobroma cacao* L.) terhadap Pemberian Pupuk Kandang Kelinci dan Pupuk NPK (16:16:16). Jurnal Online Agroekoteknologi. Vol 2(3): 1064-1071.
- Soil Survey Staff. 2014. Keys to Soil Taxonomy. Twelfth Edition. 2014. United States Departement of Agriculture-Natural Resources Conservation Service. Washington DC.
- Strobel, G., Daisy, B. 2003. Bioprospecting for microbial endophytes and their natural products. Microbiol. Mol. Biol. 491-502.
- Sturz, A.V, Christie, B.G., Nowak, J. 2000. Bacterial endophytes : potential role in developing sustainable systems of crop production. Critical Review of Plant Science. Vol. 19: 1–30.
- Sudartiningsih, D., Utami, S.R., dan Prasetya, B. 2002. Pengaruh Pemberian Pupuk Urea dan Pupuk “Organik diperkaya” terhadap ketersediaan dan serapan N serta produksi cabai besar (*Capsicum annuum* L.) pada Inseptisol Karangploso Malang. Agrivitas Vol. 24(1): 63-69.
- Suliasih, Widawati, S., dan Muharam, A. 2010. Aplikasi pupuk organik dan bakteri pelarut fosfat untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman tomat dan aktivitas mikroba tanah. J. Hort. Vol. 20(2): 241-246.
- Sumiati, E., Sumarni, N., dan Hidayat, A. 2004. Perbaikan Teknologi Produksi Umbi Benih Bawang Merah Dengan Ukuran Umbi Benih, Aplikasi Zat Pengatur Tumbuh, Dan Unsur Hara Mikroelemen. Jurnal Hortikultura. Vol 14(1): 1–2.

- Sumiati, E., dan Gunawan, O.S. 2007. Aplikasi Pupuk Hayati Mikoriza untuk Meningkatkan Efisiensi Serapan Unsur Hara NPK serta Pengaruhnya terhadap Hasil Dan Kualitas Umbi Bawang Merah. J.Hort. Vol. 17(1): 34-42.
- Suwahyono, U. 2011. Petunjuk penggunaan pupuk organik secara efektif dan efisien. Penebar Swadaya. Jakarta
- Suwandi., Sopha, GA., dan Yufdy, M.P. 2015. Efektivitas Pengelolaan Pupuk Organik, NPK, dan Pupuk Hayati terhadap Pertumbuhan dan Hasil Bawang Merah. Jurnal Hortikultura. BALITSA. Vol. 25(3): 212-216.
- Syekhfani, 2009. Hubungan Hara Tanah Air dan Tanaman. Edisi Ke-2. Malang. 21-28.
- Tjitrosoepomo, G. 2010. Taksonomi Tumbuhan Spermatophyta. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Vanneste, JL., Paulin, J., Expert, P. 1990. Bacteriophage Mu as Genetic Tool to Study *Erwinia Amylovora* Pathogenicity and Hypersensitive Reaction on Tobacco. J. Bacteriol. 172 (2):931-940.
- Wandita, R. H. 2017. Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Endofit Pelarut Fosfat dan Penghasil Hidrogen Cyanide (HCN) dari Tanaman Bawang Merah (*Allium cepa* L.). Skripsi. Jurnal Biologi, Universitas Diponegoro: Semarang.
- Wibowo, S. 2007. Budidaya Bawang Merah. Penebar Swadaya. Jakarta. 212-213.
- Widawati, S. 2015. Uji Bakteri Simbiotik dan Nonsimbiotik Pelarutan Ca vs. P dan Efek Inokulasi Bakteri pada Anakan Turi (*Sesbania grandiflora* L. Pers.). Jurnal Biologi Indonesia. Vol. 11(2): 295-307.

